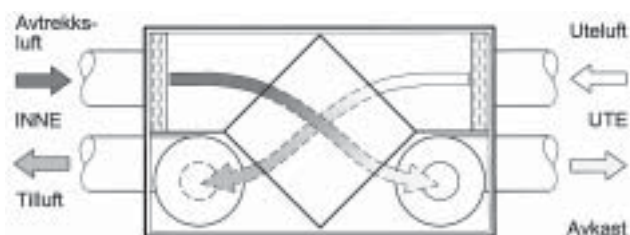


Peter G. Schild

# Nasjonal undersøkelse av boligventilasjon med varme-gjenvinning



Prosjektrapport 341  
Peter G. Schild  
Nasjonal undersøkelse av boligventilasjon med varmegjenvinning

Emneord:

ISSN 0801-6461  
ISBN 82-536-0783-0

200 eks. trykt av  
S.E. Thoresen as  
Innmat:100 g Kymultra  
Omslag: 200 g Cyclus

© Copyright Norges byggforskningsinstitutt 2002

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverkslovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med Norges byggforskningsinstitutt er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Adr.: Forskningsveien 3 B  
Postboks 123 Blindern  
0314 OSLO  
Tlf.: 22 96 55 55  
Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 08

## FORORD

Denne prosjektrapporten oppsummerer resultatene fra et forskningsprosjekt med formål å undersøke kvaliteten på balanserte boligventilasjonssystemer i Norge.

Prosjektet har bestått av:

1. en nasjonal spørreundersøkelse, og
2. et laboratorietestprogram som omfattet 10 varmegjennvinnere på det norske markedet.

I hovedtrekk har prosjektet vist at balansert boligventilasjon er et godt og lønnsomt valg. Luftkvaliteten er merkbart bedre og fyringsutgiftene mindre med et ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning.

- 90% av husstandene svarte at de er fornøyd / meget fornøyd med sitt balanserte ventilasjonsanlegg og med luftkvaliteten; dette er flere enn i boliger med avtrekkssystem.
- Innhentet energistatistikk viser et klart forhold mellom ventilasjonsaggregatets årsvarmevirkningsgrad og besparelsen i boligens totale energiforbruk, og samsvarer med beregninger iht. energirammemetoden (NS 3031 o.l., forutsatt at referanseboligen uten varmegjenvinning har forskriftsmessig luftskifte). Boliger med varmegjennvinner med høy årsvarmevirkningsgrad bruker gjennomsnittlig 10~15% mindre energi enn boliger med tradisjonell kryssvarmeveksler. Ventilasjonsaggregater med varmepumpegjennvinner sparer tilsynelatende minst energi av alle typer gjennvinner, men varmepumpegjennvinnere som også varmer opp bruksvann (i tillegg til ventilasjonsluften) gir større total energibesparelse enn normale luft/luft varmepumpegjennvinnere.
- De fleste husstander har ikke problemer med ventilasjonsstøy – andelen som reagerer på støy bør likevel kunne reduseres med enkle tiltak.
- Det er store forskjeller mellom produsentene når det gjelder omfanget av tekniske problemer.
- Spørreundersøkelsen bekreftet også fordelene med kanalsystemer av stål i forhold til fleksible kanaler – stålkkanaler gir bedre luftkvalitet og mindre støy.

Et viktig formål med prosjektet har vært å opprette en nøyaktig og rettferdig testordning som samtlige produsenter kan benytte frivillig for å gi kunder standardiserte tekniske data, spesielt virkningsgrad. I den forbindelse har Byggforsk bygd en ny testrigg og etablert et presist mål for energisparing kalt «aggregatets varmevirkningsgrad» og «aggregatets årsvarmevirkningsgrad» som er tenkt å erstatte de uklare begrepene «temperaturvirkningsgrad» og «årsvirkningsgrad» som tradisjonelt har blitt benyttet. Denne testmetoden kan innlemmes i en ny sertifisert testordning som etter hvert skal bli standardisert i Europa. Rapporten inneholder datablad for hvert testet produkt.

Forskningsprosjektet er gjennomført over en toårsperiode fra 2000 med finansiering fra Husbanken, NFR, NVE og Forbrukerrådet. Følgende leverandører har støttet noe av laboratoriearbeidet for sine produkter: Beam AS, Ener-produkt AS, Flexit AS, Purair Systems AS, Systemair AS (tidligere Villavent AS), og X-Well AS. Prosjektleder var Peter G. Schild.



# INNHOOLD

<b>1</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>6</b>
1.1	Problembeskrivelse .....	6
1.2	Prosjektets gjennomføring .....	6
1.3	Begrensninger ved undersøkelsen.....	6
<b>2</b>	<b>SPØRREUNDERSØKELSEN OG TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....</b>	<b>7</b>
2.1	Særtrekk ved boligene i undersøkelsen.....	7
2.2	Særtrekk ved installasjonene i spørreundersøkelsen.....	7
2.3	Innemiljø.....	8
2.4	Energiforbruk .....	12
2.5	Bruksegenskaper og driftssikkerhet.....	14
2.6	Brukervaner og holdninger .....	15
<b>3</b>	<b>LABORATORIEMÅLINGENE.....</b>	<b>16</b>
3.1	Beskrivelse av de testede produkter .....	16
3.2	Testtrigg.....	18
3.3	Testmetode.....	20
3.4	Resultater.....	21
<b>4</b>	<b>ANBEFALINGER OG KONKLUSJONER .....</b>	<b>24</b>
4.1	Valg av type ventilasjonssystem.....	24
4.2	Type bolig.....	24
4.3	Aggregatet.....	25
4.4	Kanalsystemet.....	25
4.5	Prosjektering og installasjon.....	26
4.6	Drift og vedlikehold .....	26
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFI.....</b>	<b>27</b>
5.1	Litteraturhenvisninger .....	27
5.2	Henvisninger til Byggforskserien.....	29
<b>VEDLEGG</b>		
A	Definisjoner.....	31
B	Hva sier byggeforskriftene om boligventilasjon?.....	41
C	Spørreskjemaer .....	43
D	Kommentarer fra utfylte spørreskjemaer .....	49
E	Figurer og tabeller fra spørreundersøkelser.....	55
F	Normalisering av energistatistikk for boliger.....	78
G	Hva er virkningsgrad og årlig energibesparelse ? .....	79
H	Datablad med testresultater for hvert produkt .....	91
I	Sammenstilling av laboratorietestresultater .....	103
J	Karaktergivning .....	107

# 1 INNLEDNING

Vedlegg A (side 31) gir en innføring i begrepene som er benyttet i denne rapporten.

## 1.1 Problembeskrivelse

Dette prosjektet er en del av Byggforsk's langsiktige mål å forbedre energieffektivitet og innemiljø i norske boliger. Hovedmålsettingen for dette prosjektet er å stimulere installasjon av flere og mer optimale varmegjenvinningssystemer i norske boliger, og å forbedre kvaliteten på boligventilasjonssystemer generelt. Prosjektet kan føre til bedre kvalitet og derfor økt popularitet av installasjoner for balansert ventilasjon med varmegjenvinning, noe som forhåpentligvis vil lede til friskere innemiljø i boliger, og ikke minst besparelser i energiforbruk. Boliger står for ca. 19% av energiforbruket i OECD land. Ventilasjon i boliger utgjør derfor ca. 8% av det totale energiforbruket i disse land <sup>/34/</sup>.

En viktig grunn for at ikke flere boligeiere investerer i balansert ventilasjon med varmegjenvinning, er mangel på kunnskap og informasjon. For eksempel råder en generell holdning om at naturlig eller mekanisk avtrekksventilasjon gir et mer enn godt nok innemiljø i moderne boliger. I tillegg mangler det upartisk sammenlignbare tekniske data for de forskjellige varmegjenvinnings-produktene på det norske boligmarkedet. Hvor mye energi sparer man i virkeligheten? og hvor mange år tar det å tjene inn investeringen? Byggforsk har derfor gjennomført, i samarbeid med Forbrukerrådet, en objektiv undersøkelse av balansert ventilasjon med varmegjenvinning. Målsetningen med forbrukertesten var å evaluere de enkelte produktenes oppfyllelse av faglige krav, og å foreta en kvantitativ måling av forbrukernes tilfredsstillelse gjennom en nasjonal spørreundersøkelse. I forbindelse med dette har Byggforsk bygd opp et nytt testtrigg i laboratoriet og utført tester på et utvalg av aggregatene på det norske markedet. Slike standardiserte tester og dokumentasjon vil gi bransjens kunder bedre grunnlag for å investere i optimale løsninger og dermed stimulere til økt bruk av varmegjenvinning i boliger. Bedriftene kan også søke om en Teknisk Godkjenning av de testede produktene dersom de ønsker dette.

## 1.2 Prosjektets gjennomføring

Byggforsk tok initiativ til prosjektet i høsten 1998 ved å kontakte Forbrukerrådet og en rekke produsenter av boligventilasjonsutstyr. Finansiering ble sikret i 1999, og prosjektet startet i oktober 1999. Prosjektet er medfinansiert av Norges forskningsråd (NFR), Husbanken, Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), og Forbruker-rapporten. I tillegg har leverandørene (Beam AS, Ener-produkt AS, Flexit AS, Purair Systems AS, Systemair AS, X-Well AS) støttet noe av laboratoriearbeidet, siden produktdokumentasjonen vil være av direkte nytte for dem. Noen av funnene i prosjektet ble oppsummert i Forbruker-rapporten nr 08/2001, med et addendum i nr. 09/2001 pga. korreksjoner i produktprisene <sup>/16/</sup>. Endelig publisering av denne sluttrapporten ble utsatt for å gi tid til en grundig høringsprosess.

## 1.3 Begrensninger ved undersøkelsen

Prosjektet omfatter kun produkter for balansert ventilasjon. Husstander med avtrekksventilasjon og naturlig ventilasjon ble ikke inkludert i spørreundersøkelsen.

Prosjektet har fokusert på eneboliger, rekkehus og tomannsbolig. Hovedkonklusjonene kan allikevel gjelde også for større leiligheter.

## 2 SPØRREUNDERSØKELSEN OG TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Gjennom en pressemelding i diverse aviser og tidsskrifter nasjonalt, og Forbruker-rapporten, ble husstander med balansert ventilasjon rekruttert til å delta i undersøkelsen. To spørreskjemaer ble benyttet (Vedlegg C, side 43). Det første spørreskjema (247 besvarelser) hadde spørsmål om boligen, innemiljø, ventilasjonssystemets tekniske egenskaper, brukervennlighet, og vedlikehold. Senere ble et tilleggsskjema benyttet for å innhente informasjon om energiforbruk og forhold relatert til luftfuktighet (66 besvarelser). Antallet besvarelser er forholdsvis lavt, men de innhentede data viste seg å være av høy statistisk kvalitet. Forbruker-rapporten lokket med trekking av premier, og samtlige svarere fikk tilbud om ett års gratis prøveabonnement på Forbruker-rapporten. Det kan derfor antas at det ikke er en overvekt av besvarelser som ble motivert til å delta fordi de har opplevd tekniske problemer med ventilasjonssystemet deres. Men om dette er tilfelle, er konklusjonene fra denne undersøkelsen enda mer påfallende – at svært mange (89%) av husstandene svarte at de er fornøyd med sitt balanserte ventilasjonsanlegg totalt sett (Figur E.14, side 59, Vedlegg E).

### 2.1 Særtrekk ved boligene i undersøkelsen

Besvarelsene kommer fra et svært representativt snitt av forholdsvis nye eneboliger. Bare 8% av husstandene er rekkehus eller tomannsboliger; resten er eneboliger (Figur E.6). Median boligareal er 170m<sup>2</sup>, og stemmer med gjennomsnittlig bruksareal i norske eneboliger (Figur E.1). Gjennomsnittlig bor det 4 personer i boligen. Også fylkesvis fordeling av besvarelser stemmer forholdsvis godt med antallet nybygde eneboliger i fylket (Figur E.5). Halvparten av boligene er bygget etter 1992 (Figur E.2). En tredjedel av systemene ble installert i en eksisterende bolig (dvs. ikke ny bolig), antageligvis for å erstatte tidligere avtrekksventilasjon (Figur E.3).

### 2.2 Særtrekk ved installasjonene i spørreundersøkelsen

Antallet boliger med balansert ventilasjon har økt jevnt 25% hvert år siden teknologien ble introdusert på 1970-tallet. Dette betyr en dobling i antallet installasjoner hvert 3. år (Figur E.7). I dag er ca. 48% av nye eneboliger utstyrt med balansert ventilasjon <sup>/27/</sup>. Likevel er markedet langt fra mettet – forholdsvis få nye rekkehus, tomannsboliger, og leiligheter får balansert ventilasjon, og det er også et stort potensiale blant eksisterende boliger.

Historikken over veksten i salg for de forskjellige produsentene siden 1977 er vist i Figur E.9. Statig flere produsenter kommer på markedet; de tre mest solgte merkevarene frem til i dag er Flexit, Villavent, og Enervent (Figur E.8). Flesteparten av de installerte aggregatene er konvensjonelle platevarmegjennvinnere (Figur E.10), en fjerdedel er kammergjennvinnere. Motstrøms plategjennvinnere er så nye at ingen kom med på spørreundersøkelsen, men de er godt etablert lengre sør i Europa, f.eks. i Nederland. Bare tre roterende varmegjennvinnere kom med i spørreundersøkelsen, siden de også er forholdsvis nye i europeiske boliger, selv om roterende gjennvinnere er svært vanlige i store anlegg i næringsbygg o.l.

Bare ca. 38% av boligene har et kanalsystem som består utelukkende av spirokanaler (Figur E.11). Det er vanlig at boligventilasjonsanlegg har en kombinasjon av spirokanaler (for hovedkanal) og flexikanaler (for grenkanal); det er ukjent hvordan disse husstander har besvart spørsmålet. Uansett er antallet anlegg der husstanden har oppgitt at de har spirokanal skuffende lavt. Dette er på grunn av at spiroanlegg koster ca. kr 2000 til 3000 mer enn anlegg med flexikanaler; spørreundersøkelsen har ellers bekreftet flere fordeler med spirokanaler.

Nesten samtlige anlegg (82%) har kjøkkenhette koblet direkte til ytterveggen utenom ventilasjonsaggregatet (Figur E.12). Dette er bra. Hvis komfyrvtrekk går gjennom varmegjenvinner, er risikoen for luktoverføring betydelig, særlig ved bruk av regenerative varmegjenvinnere. I tillegg kommer problemer med renhold. Det kan aksepteres at en komfyrvtrekk går gjennom ventilasjonsaggregatet bare dersom kjøkkenhette har en god filter og luften trekkes inn i aggregatet på avkastsiden etter varmeveksleren (dog ikke kammergjenvinner).

Halvparten av ventilasjonsaggregatene er plassert på loft (Figur E.13). Resten er hovedsakelig plassert i oppvarmet rom; veldig få er plassert i kjeller eller over kjøkkenhette. Siden 1995 har loftmodeller utgjort en gradvis mindre andel av installasjonene ettersom noen flere såkalte 'skapmodeller' er installert i boplanen.

## 2.3 Innemiljø

### Luftkvalitet

#### Behov for effektiv gjennomlufting

90% av husstandene er fornøyd, eller meget fornøyd, med luftkvaliteten i boligen (Figur E.16 venstre kakediagram) – hele 54% var meget fornøyd. Til sammenligning, for boligmassen med naturlig eller mekanisk avtrekksventilasjon, synes ca. 77% av husstandene at inneluftkvaliteten er bra eller svært bra (Figur E.16–høyre kakediagram, fra en større telefonundersøkelse utført i 1999 <sup>/23/</sup>). Dette beviser at balansert ventilasjon er den beste måten å få effektiv gjennomlufting av boligen på. Dette er også bekreftet av tidligere nordiske feltmålinger av luftomsetning i boliger med forskjellige ventilasjonsstrategier (Figur E.17). Disse nordiske feltmålingene samlet viser at naturlig og mekanisk avtrekksventilasjon ofte ikke overholder forskriftskrav til luftomsetning, mens balansert ventilasjon gir i gjennomsnitt det høyeste målte luftskiftet av de tre ventilasjonsstrategiene. Årsaken er at avtrekkssystemer ikke er tilpasset dagens mer lufttette konstruksjoner.

Det største datasettet som inngår i Figur E.17 er fra ELIB-studiet i Sverige, en inneklimate undersøkelse blant nesten 20 000 beboere i 3 300 boliger, hvorav målinger ble utført i en tredjedel av boligene <sup>/19/</sup>. Luftomsetningen i 86% av småhusene og 50% av leilighetene var mindre enn forskriftskravet. Spesielt nyere hus med naturlig ventilasjon hadde lavt luftskifte. ELIB-studiet også konkluderte med at plager i øyer, nese og hals, som kan relateres til dårlig inneklimate, var 4 ganger høyere blant allergikere enn ikke-allergikere.

I den største av de 5 norske feltundersøkelser som inngår i Figur E.17, hadde 36% av 343 boliger med avtrekksventilasjon dårligere luftskifte enn forskriftskravet på 0.5 oms/h <sup>/29/</sup>. En annen norsk feltundersøkelse, i boligfeltet Holt/Vestvollen, viste mangelfull ventilasjon i 70% av de 25 målte boliger som hovedsakelig hadde avtrekksventilasjon <sup>/1/</sup>.

#### Soverom ventilasjon

I norske boliger med avtrekksventilasjon er det vanlig å ty til vinduslufting på soverom om natten for å få tilfredsstillende luftomsetning. Figur E.17 kan gjenspeile dette, med en tilsynelatende høyere luftomsetning i norske boliger med avtrekksventilasjon – men effekten kan også forklares ved at det største norske studiet <sup>/29/</sup> omfattet bare familier med små barn. Andre nordiske land har ikke nødvendigvis de samme luftevaner på soverom, muligens pga. tynnere sengetøy eller holdninger til oppvarming. Vinduslufting kan medføre en del problemer: støy fra utsiden, ingen filtrering av forurenset uteluft, økte fyringsutgifter, trekk, det kan f.eks. bli for kaldt på barnerom hvor barn kan sparke av seg dynen, eller eldre mennesker kan få giktplager, og det kan friste innbruddstyver. Feltemålingene på



Holt/Vestvollen viste at avtrekksanlegg, slik de normalt utføres i dag, ikke ventilerer soverommene godt nok – det ble målt opp til 2500~3000 ppm CO<sub>2</sub> på soverom med lukkede vinduer <sup>/1/</sup>. Omkring 50% av nordmenn velger å sove med lukkede vinduer om vinteren i boliger med avtrekksventilasjon, antagelig delvis pga. trekk (Figur E.62).

Selv når det er ingen forskjell mellom total luftomsetning med avtrekksventilasjon eller balansert ventilasjon, oppnår man ikke nødvendigvis den samme luftkvaliteten, fordi balansert ventilasjon i større grad fører friskluft direkte til der den skal brukes. Naturlige oppdriftskrefter (skorsteinseffekten) i en bolig med avtrekksventilasjon gjør at luftskiftet er svakest i boligens øverste etasje (se Figur A.8, side 38) <sup>/12/36/</sup>. For et typisk 1½-etasjers hus i Oslo klima, nødvendiggjør dette en avtrekksluftmengde på ca. 1.0 oms/h for å få forskriftsmessig luftomsetning på soverom i andre etasje, dvs. dobbelt så mye som ved balansert ventilasjon. Dette er illustrert i Figur E.18 som viser beregnet årsmiddel frisklufttilførsel på soverom i første og andre etasje i boligen, avhengig av mekanisk luftomsetning og boligens lekkasjetall. Å øke avtrekket til 1.0 omsetninger per time (oms/h) medfører et stort energitap, større trekkubehag, større risiko for innsig av radon, og vansker med fyring i peis. Selv da er man ikke garantert god ventilasjon til enhver tid – vinduslufting kan 'punktere' en bolig med avtrekksventilasjon slik at andre soverom får redusert, eller ingen, frisklufttilførsel, forutsatt at dørene til soverom har riktig dimensjonerte overstrømnings-spalter <sup>/12/</sup>. Luftkvaliteten i boliger med balansert ventilasjon forringes ikke av disse forhold (bortsett for mangelfull overstrømnings-spalter) <sup>/12/28/</sup>.

### **Kanalsystem og filtrering**

Anlegg med spirokanaler gir bedre luftkvalitet enn anlegg med fleksible kanaler (Figur E.19). En årsak er at fleksible kanaler er mer utsatt for klemskader og innsnevring av kanal-tverrsnittet, eller punktering. Hovedgrunnen kan imidlertid være at spirokanaler ikke fanger støv i så stor grad som fleksible kanaler.

En ulempe med balansert ventilasjon er at eventuell avleiring av støv o.l. i kanaler fører til en gradvis reduksjon i tilluftskvalitet over tid. Tilluftskanaler bør derfor inspiseres med 5~10 års mellomrom og rengjøres etter behov. Det er vanskelig å se at dette gjøres i praksis, i og med at kanalsystemer i boliger ikke er alltid godt tilrettelagt for lettvinnspeksjon, og fordi vanlige boligeiere ikke tar seg råd til å bruke firmaer som tilbyr profesjonell kanalrengjøring. Imidlertid er det mulig for beboere selv å rengjøre spirokanaler ved å skaffe en støvsuger-børste som egner seg for kanalrengjøring – dette forutsetter et godt tilrettelagt spirokanalsystem (cf. NBI Byggdetaljer 752.250). Figur E.20 viser gjennomsnittlig oppfattet luftkvalitet avhengig av alderen på installasjonene i undersøkelsen. Ved første blick viser figuren ingen tydelig trend, men ser man bort fra anlegg installert før 1986 (får få anlegg for pålitelig statistikk) er det mulig å skimte en svak tendens med gradvis dårligere luftkvalitet over tid – dette tyder på at problemet er tilstede, men er ikke så stort.

En annen forklaring på den høye tilfredsheten med luftkvaliteten, er filtrering. Husstandene var generelt flinke med filterskifte (se side 15), og av alle husstandene som deltok i spørreundersøkelsen var det bare 2 eldre anlegg som ikke hadde filter (Figur E.21). Filtre beskytter aggregatet og kanalsystemet mot nedsmussing.

### **Støy**

Ventilasjonsstøy er ofte sett på som balansert ventilasjon's skyggeside. Figur E.22 viser derimot at de fleste ikke har problemer med støy: 30% reagerer på støy i soverom/ oppholdsrom, færre på våtrom/kjøkken. Likevel bør andelen som reagerer på støy reduseres. Dette kan gjøres med enkle tiltak – sjenerende ventilasjonsstøy unngås ved riktig utforming av kanalsystemet og ventiler, og med tilfredsstillende støydempning <sup>/28/</sup>.

Byggforsks anbefalte grenseverdier for støy er ca. 5 dB(A) lavere enn verdiene i TEK, se Vedlegg B (side 41).

Med balansert ventilasjon unngår man støy fra trafikk o.l. gjennom spalteventiler og åpne vinder, som er et kjent problem med avtrekksventilasjon. Balansert ventilasjon er derfor ofte den eneste aktuelle løsningen for nybygg i trafikkbelastede områder.

Figur E.23 viser virkningen av plassering av ventilasjonsaggregatet på opplevd støy. Aggregater plassert over kjøkkenhette og i oppholdsrom gir største støyplager. Tryggest er kjeller eller loft. Hvis aggregatet er plassert på loft må det isoleres fra bjelkelaget for å hindre at vibrasjonene forplantes nedover, og gjerne ikke plasseres direkte over rom med høye krav til stillhet. Hvis aggregatet skal plasseres i rom i boligen, bør det ikke være oppholdsrom, og det må være tilstrekkelig innkassing rundt aggregatet og kanaltilkoblingene til den.

Anlegg med spirokanaler gir lavere støy enn anlegg med fleksible kanaler (Figur E.24). Dette kan forklares ved at vibrasjoner lettere kan oppstå i de svakere kanalveggene, og at de bølgede kanalveggene skaper mer luftturbulens. Dessuten slipper viftestøy lettere ut gjennom fleksible kanaler. En annen forklaring er at det kan være en tendens til at anlegg med spirokanaler har en generelt høyere kvalitet på komponenter og utførelse av installasjonen, f.eks. bedre støydemper.

Figur E.25 viser støyegenskapene ved de forskjellige type varmegjennvinningsprinsippene.

### **Termisk komfort og trekk**

Flesteparten merker ikke noe trekk. Bare 2% klager på ubehagelig trekk pga. ventilasjonssystemet (Figur E.26). Varmepumpegjennvinnere gir minst trekk, fordi de kan tilføre veldig varm luft (Figur E.27). Men det er ingen statistisk signifikant forskjell mellom de andre typer.

Om sommeren er varmegjennvinnere unødvendig i perioder, og bidrar til tider til overoppvarming i boligen (området merket ① i Figur G.4, side 84). Det er derfor viktig å kunne tilpasse aggregatet for sommerdrift uten varmegjenvinning ved f.eks. å skifte varmeveksleren med et sommerblokk, eller å ha et automatisk bypass system. De fleste husstandene svarte at det er lett å gjøre dette. En fjerdedel kan ikke, eller har ikke forsøkt dette (Figur E.29) – de fleste av disse har platevarmegjennvinnere (Figur E.30). Figur E.31 sammenligner hvor lett det er å stille de forskjellige merkene om til sommerdrift – det er stor forskjell mellom produktene.

### **Fuktilskudd og bygningsskader**

Fuktighet i form av vanndamp tilføres boligen fra mange kilder, hovedsakelig menneskelig respirasjon, matlaging, vasking og tørking <sup>/13/</sup>. Utettheter i bygningskonstruksjonen med påfølgende luftlekkasjer kan føre til skadelig oppfuktning av bygningskonstruksjonene, ofte i taket. Risikoen er spesielt stor i utette hus, og/eller ved høy innendørs luftfuktighet. Ventilasjon er viktig for å hindre fuktig inneluft og kondens på, eller inne i, kalde bygningsdeler. Balansert ventilasjon kan ventilere bort fukt på en mer effektiv måte enn andre ventilasjonsstrategier. ELIB-undersøkelsen i Sverige viste en signifikant høyere fuktnivå i boliger med naturlig avtrekk enn boliger med mekanisk avtrekk, som igjen hadde høyere fuktighet enn i boliger med balansert ventilasjon <sup>/19/</sup>. Figur E.34 bekrefter at det er svært få som har tegn på fuktig luft i boliger med balansert ventilasjon – verdiene er svært lik landsgjennomsnittet for et lignende spørsmål som ble stilt i den norske boforholdsundersøkelsen i 1988 (5% av oppholdsrommene er fuktige).

For å begrense risikoen for fuktskader, må ikke innendørs luftfuktighet overstige 40%RF i fyringssesongen. Luftfuktigheten bør dessuten holdes under 50%RF resten av året, for bl.a. å

begrense veksten av husstøvmidd, som kan være problematisk for allergikere. Dårlig ventilasjon og høy luftfuktighet merkes først og fremst ved at det dugger på vinduene om vinteren. Ellers er kondens og påfølgende muggvekst på overflater gjerne en kombinasjon av dårlig bygningsisolasjon, luftlekkasjer og høy luftfuktighet.

## **Tørr luft og luftkvalitet**

### **Virkningen av tørr luft, og grenseverdier**

Klager på tørr luft er ikke uvanlig. Selv om ubehaget kan være reelt nok, viser undersøkelser at det ofte ikke er luftfuktigheten som er problemet – det kan i mange tilfeller være for høy romtemperatur eller forurensninger i rommet som framkaller en følelse av tørr luft <sup>/31/32/</sup>.

Om vinteren synker innendørs relativ fuktighet i takt med uteluftens fuktinnhold. God ventilasjon og få personer i en stor bolig kan i lange kalde perioder gi fuktighet under 20%RF inne. Dette gjelder ikke minst boliger med balansert ventilasjon, fordi de er sikret god ventilasjon. Noen personer kan reagere på at luften blir for tørr om vinteren, spesielt dersom boligen har høyt luftskifte (Figur E.38). De kan oppleve tørr hud og slimhinner i luftveier og øyne (spesielt brukere av kontaktlinser). Dette ble bekreftet i spørreundersøkelsen med en svak, men signifikant korrelasjon mellom oppfattet luftkvalitet og indikatorer for at luften ikke er for tørr om vinteren (Figur E.37). Problemer med tørr luft er større ved kaldere klima (Figur E.36). For det meste utgjør disse fysiologiske symptomene bare et *komfort*problem, men det har blitt foreslått at vesentlig uttørking av slimhinner påvirker motstandsdyktigheten mot luftveissykdom. Imidlertid er helserisikoen assosiert med høy relativ fuktighet vesentlig mer betydelig og godt dokumentert, jf. utvikling av kroniske allergiske luftveislidelser <sup>/25/45/</sup>. Ideelt anbefaler man derfor at den relative fuktigheten innendørs om vinteren bør ligge i området 25~40%RF <sup>/30/31/</sup>.

### **Befukting**

Generelt anbefales ikke luftfuktere i boliger, bl.a. på grunn av risiko for kondensskader, muggvekst og husstøvmidd <sup>/8/9/30/</sup>. Befukting i boliger er aktuelt bare i helt spesielle medisinske tilfeller (f.eks. barn med krupp). Luftfukteren skal da være plassert i barneværelset slik at den bare befukter rommet, ikke hele boligen.

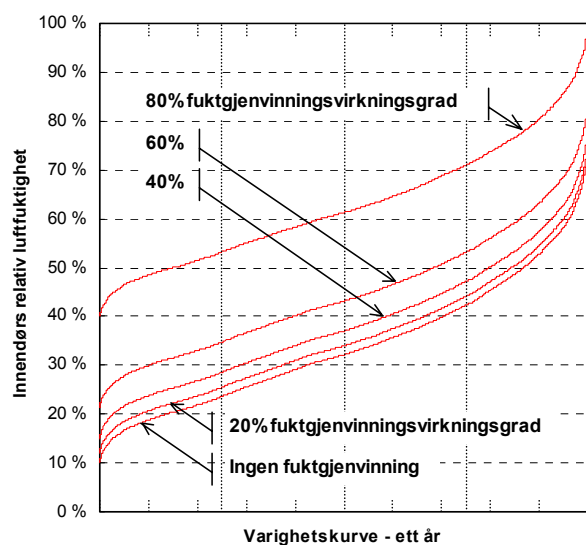
### **Fuktgjenvinning**

En mer skånsom og økonomisk løsning enn luftfuktere er såkalte *fuktgjenvinnende* varmegjenvinnere, som gjenvinner fuktighet i tillegg til varme. Alle regenerative varmegjenvinnere har denne egenskapen (se side 34), men det finnes også noen spesielle plategjenvinnere som kan gjenvinne fukt (se side 32). Husstandene i undersøkelsen som hadde fuktgjenvinnende aggregater, opplevde mindre tørr luft (Figur E.35, Figur E.36). Personer som plages av tørr luft i kalde perioder, kan ha nytte av fuktgjenvinning. En svak ulempe er at, utenom kalde perioder, reduserer fuktgjenvinning den opplevde luftkvaliteten fordi mennesker opplever tørr ev. sval luft som friskere enn mer fuktig ev. varmere luft <sup>/32/</sup>. Dessuten må luftfuktigheten ikke overskride 40%RF om vinteren og 50%RF resten av året. Figur 2.1 (neste side) viser varighetskurver over luftfuktighet i avtrekksluften i en typisk familiebolig, ved forskjellige fuktgjenvinningsgrader. Figuren viser at en fuktgjenvinningsgrad på 60% fører til at den relative fuktigheten i boligen aldri underskrider ca. 25%RF, men til gjengjeld vil den overskride 50%RF i en tredjedel av året. Fuktgjenvinnende aggregater må derfor ha automatikk eller iboende egenskaper som hindrer at det gjenvinnes for mye fukt når dette er uønsket. Noen aggregater har den egenskapen at fuktgjenvinningsgraden avtar med stigende utetemperatur, slik at noe mindre fukt blir gjenvunnet i de periodene når det er uønsket (dette gjelder aggregater som gjenvinner fukt bare ved kondensering, som f.eks. kammergjenvinnere). For disse aggregater bør produsenten kunne dokumentere

laboratoriemålinger som viser tilstrekkelig lav fuktgjenvinningsgrad ved høyere utetemperaturer. Andre fuktgjenvinnende aggregater må ha automatikk som kan forsure ventilasjonen når luftfuktigheten i boligen blir for høy, ev. med et bypass-spjeld som leder luften utenom varmegjenvinneren (f.eks. med hygroskopisk rotor). En slik bypass reduserer årsvarmevirkningsgraden dersom det skjer i fyringssesongen – dette skjer hvis bypass-settpunktet er særlig under 40%RF i en familiebolig i fyringssesongen.

I konklusjon, er fuktgjenvinning fordelaktig i kalde landsdeler fordi det hindrer at inneluften blir for tørr om vinteren (under ca. 25%RF inne) – utenom denne perioden er fuktgjenvinning ikke så ønskelig (den gjør ikke at inneluften oppleves som friskere), så det må benyttes under kontroll og med varsomhet.

Uansett om et aggregat gjenvinner fukt eller ei, bør lønnsomhetsberegningen for en bolig baseres på varmevirkningsgrad, ikke totalentalpivirkningsgrad. Se side 87.



**Figur 2.1**  
 Varighetskurve for relativ luftfuktighet i avtrekksluft, avhengig av fuktgjenvinningsgrad i varmegjenvinner. Vintersesongen er til venstre, sommersesongen er til høyre. Kurvene gjelder for en teoretisk familiebolig på 170m<sup>2</sup> i Oslo med 4 beboere (et gjennomsnittlig innendørs fukttilskudd 8.7 kg/dag), mekanisk ventilasjon med 0.5 oms/h, samt infiltrasjon på 0.15 oms/h. Luftfuktigheten i oppholdsrom og soverom kan være ±10% i forhold til fuktigheten i avtrekksluften fra våtrom<sup>128/371</sup>. Kurvene gjelder for varmegjenvinnere med konstant fuktgjenvinningsgrad – i praksis synker fuktgjenvinningsgraden ved høyere utetemperatur for noen aggregater, og noen aggregater har også automatikk for utlufting som begrenser for høy fuktighet. Om sommeren er luftfuktigheten inne og ute forholdsvis like.

## 2.4 Energiforbruk

### Energibesparelse ved varmegjenvinning

I nordiske boliger er varmetap pga. ventilasjon en vesentlig komponent i det årlige energibudsjettet – I en moderne bolig kan ventilasjon, infiltrasjon, og viftedrift samlet utgjøre 40% av boligens totale energiforbruk (Figur E.39). Den teoretiske energibesparelsen ved å velge varmegjenvinning fremfor mekanisk avtrekksventilasjon kan typisk være mellom 4000 og 10000 kWh/år avhengig av boligstørrelse og klima. Vedlegg G (side 86) beskriver hvordan energibesparelsen kan estimeres ut i fra aggregatets årsvarmevirkningsgrad.

For å kunne sammenligne energistatistikken fra alle boligene i undersøkelsen, ble forskjeller i boligareal, antall beboere og klimaforhold, forsøkt 'normalisert' ved å dividere energiforbruket med energiforbruket til en 'normal' bolig av samme størrelse, antall beboere, og klima, med varmegjenvinning. Se Vedlegg F (side 78). Samtlige energikilder ble tatt hensyn til: strøm, fyringsolje, ved osv.

Fordelingskurven i Figur E.40 viser variasjonen i normalisert energiforbruk mellom husstandene i spørreundersøkelsen. Figuren viser at spredningen i oppgitt energiforbruk er stor, hovedsakelig pga. ulik brukeradferd, U-verdier o.l.

En grov sammenligning mellom disse tall og nasjonal statistikk over energiforbruk i boliger tyder på at det er en målbar, men forholdsvis liten, besparelse ved balansert ventilasjon –

dette er fordi tette boliger uten balansert ventilasjon ofte har utilstrekkelig ventilasjon, mens boliger med balansert ventilasjon har større luftveksling. Dersom man hadde det samme luftskifte uansett ventilasjonssystem, ville man ha observert en større besparelse ved balansert ventilasjon.

### **Type varmegjenvinner**

Figur E.42 viser energistatistikken for de tre hovedtyper varmegjenvinnere; rekuperative, regenerative og varmepumpegjenvinnere<sup>1</sup>. Ingen av den nye typen høyeffektiv motstrøms rekuperativ plategjenvinner var med i spørreundersøkelsen, men de ble målt i laboratoriet. Motstrøms-plategjenvinnere vil, iallfall i kystnære strøk, vise cirka den samme besparelsen som de beste regenerative varmegjenvinnere. Figuren viser at boliger med varmegjenvinner med høy årsvarmevirkningsgrad bruker minst energi, gjennomsnittlig 10~15% mindre enn boliger med tradisjonell rekuperativ kryssvarmeveksler, og tilsynelatende 20~25% mindre enn boliger med luft/luft varmepumpegjenvinner<sup>2</sup>. Denne energistatistikken samsvarer med energibesparelser estimert med Ligning G.4 (side 86).

Gode regenerativ- og motstrøms-varmegjenvinnere kan ha en årsmiddel effektfaktor på 7~9 eller mer<sup>3</sup>, avhengig av lokal klima (Figur I.11) – dette er høyere enn for varmepumpegjenvinnere. Bruk av en varmepumpegjenvinner for kjøling (air-conditioning) er kostbart og unødvendig for norske boliger. Stort sett alle varmegjenvinnere kan gi tilfredsstillende frikjøling når det er ønsket – enten ved bypass eller sommerkassett, når det er varmere inne enn ute, eller ved å beholde varmegjenvinning når det er varmere ute enn inne. Den beste varmepumpegjenvinneren i vår undersøkelse var en som utnytter varmen til å varme opp bruksvann hele året, og i tillegg varmer opp tilluften i fyringssesongen – den gir større total energibesparelse enn konvensjonelle luft/luft varmepumpegjenvinnere og tradisjonelle kryssvarmevekslere. Luft/luft varmepumpegjenvinnere som ikke gjenvinner noe av energien til bruksvann sparer tilsynelatende minst energi av alle typer gjenvinner. Varmepumpegjenvinnere får lavere varmevirkningsgrad jo lavere utetemperaturen er; de er derfor ikke egnet for de kaldeste strøk.

### **Ventilasjonsvaner**

Figur E.43 og Figur E.44 viser konsekvensen av hhv. vanlig viftetrinn og vinduslufting nattetid, på energiforbruk. Begge har en vesentlig innvirkning på boligens totale energiforbruk. Det er derfor viktig å unngå unødvendig vinduslufting, og viftetrinn bør ikke være høyere enn nødvendig. Vinduslufting er generelt unødvendig i forbindelse med balansert ventilasjon om vinteren fordi luftomsetningen er tilfredsstillende med balansert ventilasjon alene – likevel liker noen nordmenn vinduslufting på soverommet nattetid for å senke temperaturen, men å justere termostaten på oppvarmingen lokalt i soverom, ev. nattsinking av oppvarmingssystemet, er et bedre alternativ energimessig. Figur E.62 bekrefter at vinduslufting benyttes i boliger med balansert ventilasjon (venstre kakediagram), men trolig litt i mindre omfang enn boliger med avtrekksventilasjon (høyre kake).

---

<sup>1</sup> Ved varmepumpegjenvinner menes ventilasjonsaggregater med innebygd luft/luft varmepumpe for gjenvinning av varme i ventilasjonsluft, i stedet for plate-, roterende varmeveksler osv. Rapporten omhandler ikke 'luft/luft varmepumper' for boligoppvarming uten ventilasjon. Se for øvrig definisjonen på side 33.

<sup>2</sup> Det var få varmepumpegjenvinnere i spørreundersøkelsen, så statistikkens nøyaktighet er noe usikker. Alle luft/luft varmepumpegjenvinnere i undersøkelsen var lokalisert på kald loft.

<sup>3</sup> Effektfaktor (COP) kan være misvisende. Et teoretisk aggregat ved 100% varmevirkningsgrad og 100 W effektforbruk, har samme COP som et tenkt aggregat med 25% varmevirkningsgrad og 25 W effektforbruk, forutsatt samme luftmengde. COP gir en indikasjon på hvor *effektiv* en varmepumpe e.l. er, men ved beregning av *energibesparelse* skal COP (ved gjeldene luftmengde og uteklima) betraktes sammen med effektforbruk. Varmevirkningsgraden gir en mer lettfattelig indikasjon på energibesparelse for ventilasjonsaggregater.

## 2.5 Bruksegenskaper og driftssikkerhet

### **Bruksegenskaper**

Enkel og logisk betjening samt god tilgjengelighet for inspeksjon, rengjøring og filterskifte er helt sentrale momenter for at bruker skal vedlikeholde og drive anlegget som forutsatt.

Spørreundersøkelsens statistikk om bruksegenskaper og driftssikkerhet er vist i Figur E.45 til Figur E.54. Hele 80% av husstandene mener at ventilasjonssystemet er lett å vedlikeholde (Figur E.45). Det er en viss forskjell i vedlikeholdsvennligheten til produktene (Figur E.46).

Likedan mener 87% at bruksanvisningen er tilfredsstillende eller meget bra (Figur E.47).

24% av husstandene mente at aggregatets kontrollpanel manglet nyttige indikatorer eller at det var komplisert (Figur E.50).

### **Driftssikkerhet**

Totalt 34% av alle husstandene rapporterte at de har hatt tekniske problemer med ventilasjonsanlegget – dette er i samsvar med en tidligere spørreundersøkelse utført av Byggforsk i boligfeltet Holt/Vestvollen (Tabell E.2, side 73). Dersom tekniske feil var en motiverende faktor for å svare på spørreskjemaet i begge undersøkelser, kan de faktiske tall i begge tilfeller muligens være litt lavere. Likevel viste sistnevnte undersøkelse at forekomsten av tekniske feil blant mekanisk avtrekksanlegg var en del lavere (13.1%).

Vi har ikke skilt mellom typer eller grader av tekniske feil, men alle opplysningene om tekniske problemer fra spørreskjemaene er listet på side 53. Ser vi bort fra problemene med varmpumper (Nobøtherm), er typiske problemer feil på elektronikk og mekaniske komponenter som viftemotor, støy, kondens eller gjenfrysing, installasjonsfeil eller mangelfull innjustering, m.m. Sistnevnte feil er som regel forårsaket av at leverandøren av boligventilasjonsanlegget er utsatt for et sterkt prispress, som gjør at kontrakten ikke medtar alle forhold/arbeider som skal til for å få et fungerende anlegg, eller at kontrakten ikke følges opp ved å kontrollere installasjonen av anlegget i hver enkel bolig. Slike anlegg blir ofte mangelfullt innregulert ved overlevering. Feilmontering er også et problem for mekanisk avtrekksventilasjon.

Det ble ikke funnet en statistisk signifikant sammenheng mellom klima og tekniske problemer rapportert i spørreundersøkelsen (Figur E.53) – driftsproblemer knyttet til kondens eller mangelfull frostbeskyttelse (f.eks. driftsstans, vannskader) er dermed ikke viktige årsaker for rapporterte tekniske problemer. Det ble heller ikke funnet en signifikant generell forskjell mellom aggregater med og uten fuktgjenvinning.

Statistikken fra undersøkelsen, og de skriftelige tilbakemeldingene på spørreskjemaene (Vedlegg D), antyder at de rapporterte 'tekniske problemer' skyldes i stor grad normal slitasje på komponenter. I gjennomsnitt er det 6.8% sannsynlighet for at et aggregat vil få en teknisk feil i en gitt år, noenlunde uavhengig anleggets alder (Figur E.51). Dette samsvarer med en tidligere studie blant 15 boligselskaper (84 000 boliger) i Europa – De rapporterte at middels sannsynlighet for klager relatert til ventilasjon er 7.5% per bolig per år for separate anlegg (2.5% for sentrale anlegg)<sup>/35/</sup>. Sistnevnte undersøkelse omfattet alle ventilasjonsprinsipper, og på basis av dette data ble det estimert totale utgifter til rutinemessig vedlikehold (dvs. forventet) og feilretting ifm. klager om ventilasjon (dvs. uventet) i løpet av et 30-års periode (Figur E.54). Aggregatprodusentene hevder å ha forbedret kvaliteten og driftssikkerheten på produktene i de siste år. Først om noen år kan vi bekrefte med sikkerhet i hvilken grad dette er tilfelle.

Det er en markant forskjell i driftssikkerhet mellom produktene (Figur E.52) – de mest driftssikre typer balansert ventilasjonsaggregat (f.eks. Vallox) er minst like driftssikre som mekaniske avtrekksanlegg.

## 2.6 Brukervaner og holdninger

Spørreundersøkelsens statistikk om brukervaner er vist i Figur E.55 til Figur E.62. Den viser at mange har et bevisst forhold til ventilasjon, renhold og vedlikehold. Folk er flinke til å skifte filter hvert år eller oftere (Figur E.55). Like mange ser behovet for å rengjøre ventilasjonsaggregatet innvendig, men dette er gjort litt sjeldnere. De som ikke hadde skiftet filter ennå hadde forholdsvis nye anlegg (50% var 1 år gammel eller mindre). Likedan, av de som ikke hadde rengjort aggregatet noen gang, var halvparten 2 år gammel eller mindre.

Et filterabonnement er klart den enkleste måten å skaffe filter på (Figur E.56) men forholdsvis få folk har en slik ordning; ikke alle leverandører har denne tjenesten ennå – de fleste husstander kontakter leverandøren hver gang de skal skifte filter (Figur E.58).

Bare 5% har en serviceavtale for ventilasjonssystemet (Figur E.60), men 32% kunne tenke seg en slik ordning. Ingen som har en slik avtale har kommentert at de er misfornøyd med den.

### **Totalvurdering**

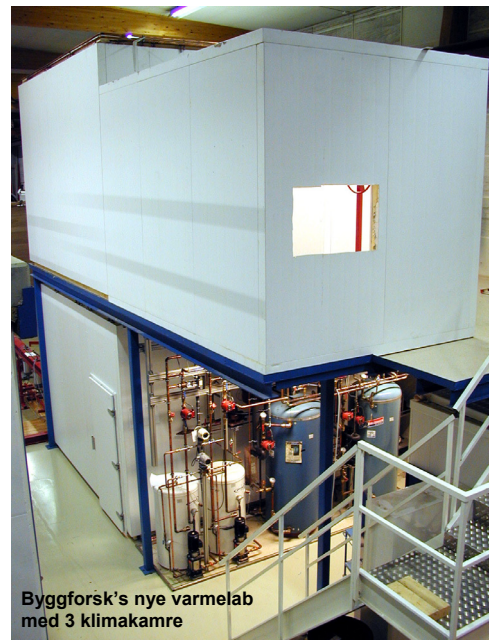
Svært mange (89%) husstander er *totalt sett* fornøyd med sitt balanserte ventilasjonsanlegg (Figur E.14). 45% er meget fornøyd. I følge en tidligere undersøkelse i Holt/Vestvollen boligfelt nær Oslo (Tabell E.1, side 59) er beboere i boliger med balansert ventilasjon litt mer fornøyd med sitt ventilasjonssystem enn beboere med mekanisk avtrekk. Den gode luftkvaliteten og trekkfri tilførsel, har visstnok veid tungt i beboernes vurderinger.

### 3 LABORATORIEMÅLINGENE

#### 3.1 Beskrivelse av de testede produkter

Med så mange produkter på det norske markedet var det ikke mulig, eller hensikten, å teste samtlige i denne undersøkelsen. Vi har derfor testet et utvalg av produkter (Tabell 3.1, Figur 3.2), og vi kan anta at seriøse produsenter vil teste flere modeller etter samme metoden i årene fremover. Beskrivelsen av hvert produkt fremgår av databladene i Vedlegg H (side 91) som også dokumenterer resultatene fra laboratiormålingene.

For å kunne danne sammenligningsgrunnlag ble de testede produkter i utgangspunktet valgt for en av to representative boligstørrelser, 135 m<sup>2</sup> og 200 m<sup>2</sup>.



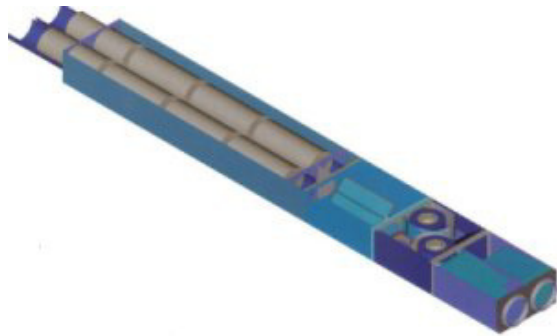
**Tabell 3.1**

Liste over de testede produkter, listet alfabetisk

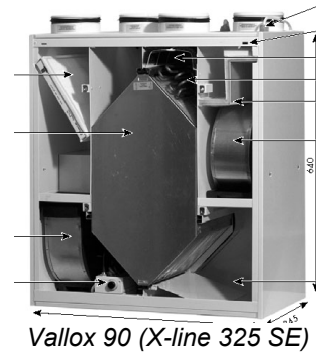
Produsent	Produktnavn	Produksjonsland	Norsk forhandler	Webside	Testet for boligstørrelse
X-Well AS	Energyreturn-500	Sverige	X-Well AS	-	200 m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>
Ener-Produkt AS	Enervent TS 300 (standard modell)	Norge	Ener-produkt AS	<a href="http://www.ener.no/">http://www.ener.no/</a>	200 m <sup>2</sup> <sup>(2)</sup>
Flexit AS	Falcon S3	Norge	Flexit AS	<a href="http://www.flexit.no/">http://www.flexit.no/</a>	135 m <sup>2</sup> <sup>(3)</sup>
Flexit AS	Falcon S4	Norge	Flexit AS	<a href="http://www.flexit.no/">http://www.flexit.no/</a>	200 m <sup>2</sup>
Flexit AS	Falcon S4 TT	Norge	Flexit AS	<a href="http://www.flexit.no/">http://www.flexit.no/</a>	200 m <sup>2</sup>
Vallox Oy	Vallox 90 (Xline 325 SE)	Finland	Beam AS	<a href="http://www.beam.no/">http://www.beam.no/</a>	135 m <sup>2</sup>
Vallox Oy	Vallox Digit SE (X-line 490 Digit SE)	Finland	Beam AS	<a href="http://www.beam.no/">http://www.beam.no/</a>	200 m <sup>2</sup>
Venmar Ventilation Inc.	Venmar Solo 2.0 (europeisk modell)	Canada	Purair Systems AS	<a href="http://purairsystems.com/">http://purairsystems.com/</a>	200 m <sup>2</sup>
Venmar Ventilation Inc.	Venmar Duo 1.9 (europeisk modell)	Canada	Purair Systems AS	<a href="http://purairsystems.com/">http://purairsystems.com/</a>	200 m <sup>2</sup>
Systemair AB	Villavent VM1	Sverige	Systemair AS (tidl. Villavent AS)	<a href="http://www.villavent.no/">http://www.villavent.no/</a>	135 m <sup>2</sup>

- (1) *Energyreturn-500* ble testet med *brutto* luftmengde for en 200 m<sup>2</sup> bolig ved viftetrinn 2 av 4, men pga. stor intern resirkulasjon tilsvarte dette en *netto* friskluftmengde for en 131 m<sup>2</sup> bolig ved 100 Pa kanalmotstand. Ved viftetrinn 3 er kapasiteten høyt nok for *netto* friskluftmengde for en 200 m<sup>2</sup> bolig.
- (2) *Enervent TS 300* ble testet ved størst normalt viftetrinn (trinn 2 av 3), med *brutto* luftmengde for en 200 m<sup>2</sup> bolig ved, men pga. intern resirkulasjon tilsvarte dette en *netto* luftmengde for en 171 m<sup>2</sup> bolig ved 100 Pa kanalmotstand.
- (3) Dette var det minste produktet fra Flexit. Selv om aggregatet har nok kapasitet for en 200 m<sup>2</sup> bolig ønsket Flexit AS å teste dette aggregatet med et viftetrinn tilpasset luftmengde for en 135 m<sup>2</sup> bolig.

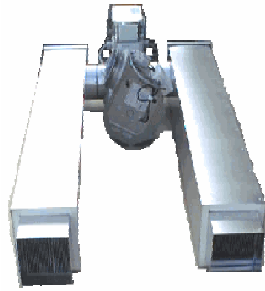




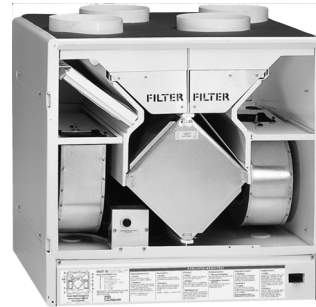
*Energyreturn-500*



*Vallox 90 (X-line 325 SE)*



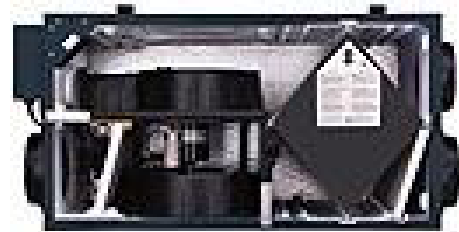
*Enervent TS 300 (standard modell)*



*Vallox Digit SE (X-line 490 Digit SE)*



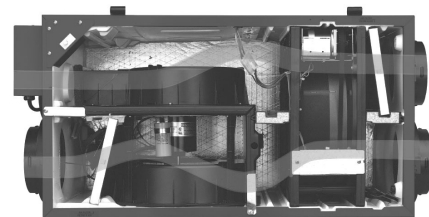
*Flexit Falcon S3*



*Venmar Solo 2.0*



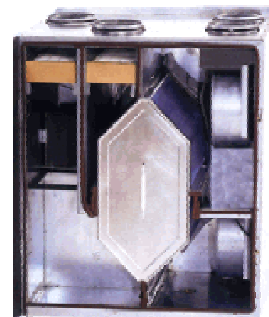
*Flexit Falcon S4*



*Venmar Duo 1.9*



*Flexit Falcon S4 TT*



*Villavent VM1*

**Figur 3.2**  
*Bilder av de testede produkter*

## 3.2 Testrigg

To testrigg ble benyttet i laboratoriemålingene, se Tabell 3.2 under. Testriggene og testbetingelsene er beskrevet i mer detalj i testprotokollen i Delrapport 1 (*Test protocol for residential ventilation units with heat recovery*) /13/. Denne testprotokollen ble lagt ut på høring på Internett i over ett år før testingen, for å gi bransjen mulighet til å kommentere.

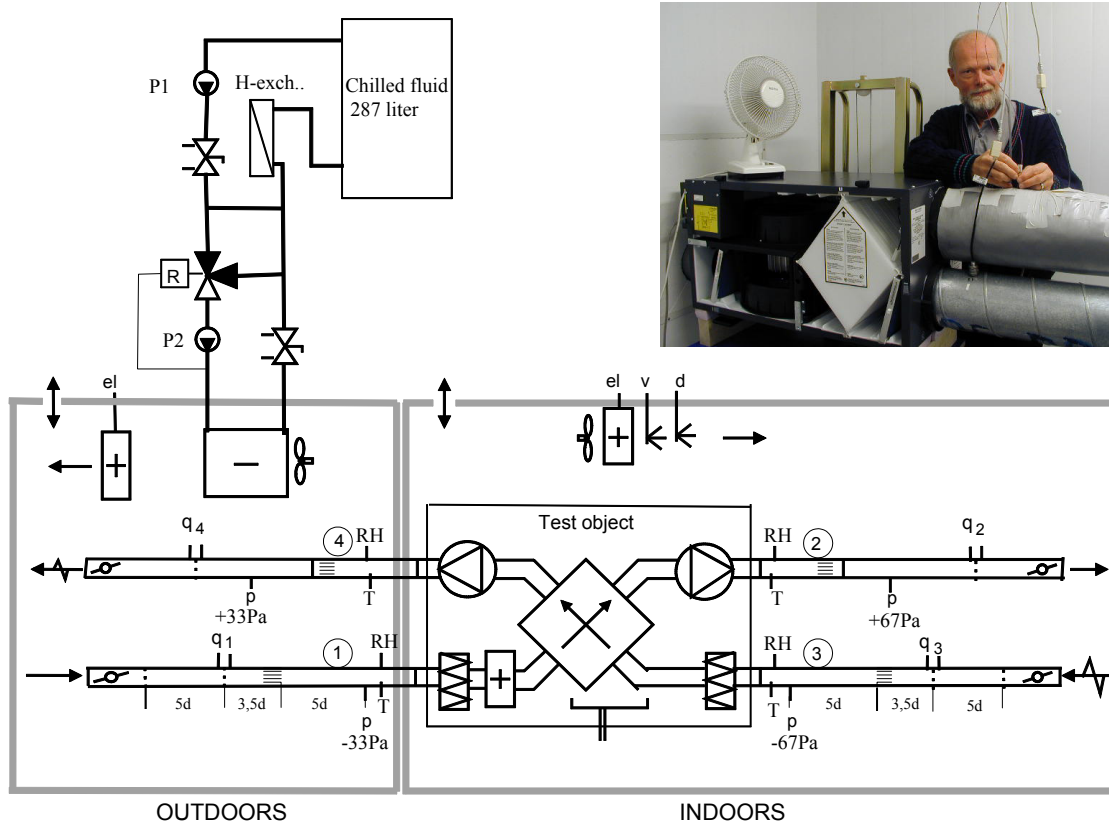
**Tabell 3.2**

Oversikt over testriggene og typer målinger

Testrigg 1 (klimakamrene)	Testrigg 2 (klangrom)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gjenvinningseffektivitet for tørrvarme og fukt (dermed totalentalpi) med en gitt utetemperatur, innetemperatur og innendørs luftfuktighet.</li> <li>Funksjon ved lav utetemperatur. Rommet kan kjøles til under <math>-25^{\circ}\text{C}</math></li> <li>Luftlekkasje internt (dvs resirkulasjon) og eksternt (dvs. kasselekkasje), målt med sporgass <math>\text{SF}_6</math></li> <li>Vifteeffekt og viftekarakteristikk ved forskjellige viftrinn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lydnivå (dvs. lydtrykk og lydeffekt) fra tillufts- og avtrekkskanal</li> <li>Lydnivå avtrålt fra aggregat (<i>noise breakout</i>)</li> </ul>

### Testrigg 1 : Klimakamrene

I forbindelse med prosjektet har Byggforsk bygget en ny permanent rigg for standardisert testing av ventilasjonsaggregater. Testrigg 1 består av to tilliggende klimatiserte rom som simulerer hhv. uteklima og inneklime (Figur 3.3). Testriggen muliggjør testing av aggregatene under kontrollerte og realistiske forhold representativt for en virkelig bygning.



**Figur 3.3**

Skjematisk illustrasjon av testrigg nr. 1

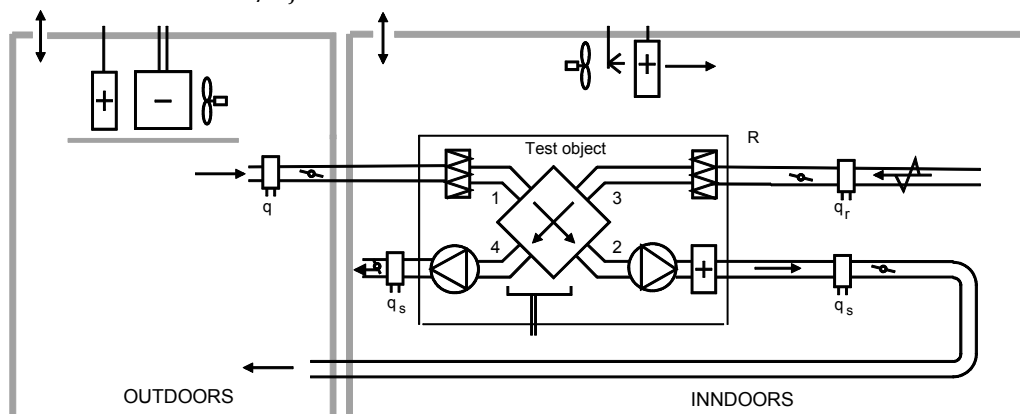
Følgende forhold er tatt hensyn til i testriggeren:

- Ventilasjonsaggregatet, som er plassert i 'innendørs'-rommet, er installert og innjustert etter produsentens anbefalinger.
- Aggregatet er tilkoblet kanaler med spjeld som justeres for å skape en strømningsmotstand som er representativt for et virkelig kanalsystem i aggregatets bruksområde. I denne undersøkelsen ble det primært benyttet eksterne statisk trykkfall på 100 Pa for både tilluft og avtrekk, hvorav 33 Pa i kanalene mot utendørs, og 67 Pa i kanalene mot innendørs, som er typisk for boligventilasjon. Kanalene har måleinstrumenter for lufttrykk, temperatur, fuktighet, og luftmengde. I andre testmetoder har man ikke benyttet en slik realistisk trykkfordeling, og dette har ført til en noe urealistiske interne trykkforhold internt i aggregatet, som påvirker den målte lekkasjen og dermed også varmevirkningsgraden.
- Rommene er ikke hermetiske tette. Begge har små luftehull som tillater utjevning av lufttrykk med omgivelsene slik som en vanlig bygning. I noen andre testmetoder benyttes hermetisk-tette klimakamrene, og i likhet med punktet ovenfor, kan dette føre til urealistiske trykkforhold internt i aggregatet, som påvirker den interne lekkasjen og dermed også varmevirkningsgraden.
- Alle produktene ble testet med en realistisk innendørs fuktighet som tilsvarer fuktproduksjonen innendørs for en typisk familie. Fuktgjenvinnende aggregater ble testet med en høyere innendørs luftfuktighet enn aggregater uten fuktgjenvinning fordi fuktgjenvinnende aggregater øker luftfuktigheten innendørs. Den økte luftfuktigheten fører også til økt kondensering i aggregatet og dermed økt varmeoverføring – dette bidrar til å øke tørrvarmevirkningsgraden noe for fuktgjenvinnende aggregater.
- Frosttesten ble utført over en lengre periode en kravet i gjeldende internasjonale teststandarder som benyttes i dag i Europa (NT VVS 025, NS-EN 308 <sup>122</sup>). Dette var for å sikre mer stabile forhold, ev. gi tilstrekkelig tid for gjenfrysing.

Alle de ovennevnte forhold gjør at vi, i dette prosjektet, har testet aggregatene under mer realistiske og rettferdige forhold enn man har gjort tidligere.

Også veggmonterte romventilatorer (som ikke har kanalføringer) kan testes etter samme metode.

I testene med lav utetemperatur benyttes det for de fleste aggregater (utenom kammergjenvinnerne) et alternativt kanalskjema som vist i Figur 3.4. Dette holder luften i de to rom skilt fra hverandre slik at luftfuktigheten er mer stabil, og hindrer kjølebatteriet i kjølerommet fra å fryse igjen. Denne sistnevnte alternative kanalføringen krever derimot mye større varmeeffekt/kjøleeffekt i de to rom.



**Figur 3.4** Testrigger nr. 1 med alternativt kanalsystem som holder luften i klimarommene adskilt

## Testtrigg 2 : Klangrom

Den andre testtriggen var i Byggforsk's klangrom som ble benyttet for lydmålinger.

### 3.3 Testmetode

En rekke egenskaper ble testet i laboratoriet. En nærmere beskrivelse av testmetodene og metode for beregning av virkningsgrad er gitt i Delrapport 1 <sup>/13/</sup>.

To av de viktigste egenskapene som ble testet er aggregatets *netto* luftomsetning og aggregatets *netto* virkningsgrad. Her har vi tatt hensyn til følgende systemtap (se også Vedlegg G):

- Luftlekkasje internt i aggregatet (dvs. resirkulasjon), både friskluft-til-avkast, og avtrekk-til-tilluft, som begge kan forekomme simultant. Dette er målt for hver driftsinnstilling. For kammergjenvinnere er ekstern lekkasje mellom avkast og friskluft også omfattet av målingene.
- Luftlekkasje gjennom aggregatkassen. Som ovenfor er dette målt for hver driftsinnstilling.
- Strømforbruk til vifter, varmebatterier osv. som går tapt i avkastluft. (Den andelen som tilføres boligen i tilluften er ikke betraktet som tap, fordi den bidrar til boligoppvarming i fyringssesongen)
- Varmetap gjennom aggregatkassen
- Infiltrasjonsvarmetap som følger av ubalanse mellom netto tilluftsmengde og netto avtrekkluftmengde
- Redusert virkningsgrad som følger av avising eller frostbeskyttelse. Dette korrigerer for forhold som bl.a. :
  - Forvarmebatteri: Den andelen av varmen som går tapt i avkast
  - Ev. reduksjon i tilluftsmengde, dvs. økt infiltrasjon i boligen pga. ubalanse mellom mekanisk tilluft og avtrekk.
  - Ev. reduksjon i netto luftomsetning: I verste fall, hvis et aggregat stopper fullstendig pga. gjenfrysning, reduseres aggregatets netto virkningsgrad til 0%, som gjenspeiler at beboerne må ty til vinduslufting.

Det hersker forskjellige begrep og definisjoner for virkningsgrad (Vedlegg G). Vi har målt en korrekt verdi for «aggregatets varmevirkningsgrad» for bruk i NS 3031 og dennes etterfølger NS-EN 832, som tar hensyn til de ovennevnte forhold. Aggregatets faktiske netto varmevirkningsgrad er opp til 20% lavere enn «årvirkningsgraden» som noen produsenter påstår i dag (se Tabell G.1, side 86). Eksisterende europeiske testmetoder er dessverre særdeles svake på dette området, så Byggforsk har gjennomgått tidligere kjente teststandarder og utviklet en omforent metode. Målemetoden er delvis en videreutvikling av det som har vært i bruk i USA og Canada siden 1985 <sup>/21/</sup> der Home Ventilation Institute (HVI) sertifiserer alle boligventilasjonsaggregater. Vår målemetode skal etter hvert introduseres som ny fellesnordisk standard (Nordtest) i samarbeid med SP i Sverige, og forhåpentligvis danne basis for EUROVENT sertifisering av produkter over hele Europa.

## 3.4 Resultater

### **Laboratoriemålingene**

Datablader som dokumenterer laboratorietestresultatene for hvert produkt er vist i Vedlegg H (side 91). For å kvalitetssikre laboratoriemålingene ble et aggregat (Venmar Duo 1.9) testet under de samme forhold ved SP (Sveriges Provnings- og Forskningsinstitut). Forskjellen mellom NBI's og SP's målinger av virkningsgrad var ubetydelig, innenfor vanlig måleusikkerhet og toleranser i driftstilstand (SP målte en tilsynelatende temperaturvirkningsgrad (tilluft) på 65.4% ved +5°C utetemperatur <sup>/44/</sup>, 3.2% lavere enn NBI's 68.6%).

Vedlegg I (side 103) sammenstiller de viktigste måleresultatene for de testede produktene.

Målingene avdekket svakheter i noen av aggregatene. Energyreturn-500 ble konstruert slik at en alt for høy andel av avtrekksluften resirkuleres tilbake i tilluften (produktet hadde likevel den høyeste varmegjennvinningen selv om intern lekkasje trekker dette ned). I tillegg hadde den en forholdsvis høy ekstern lekkasje som leverandøren tettet med duct tape – det forutsettes derfor at Energyreturn-500 installasjoner tettes tilstrekkelig på lignende måte inntil produktet er forbedret, og at luftmengden justeres opp for å kompensere for resirkulasjonen. Systemair's Villaevent VM1 aggregat, med høyeffektiv motstrømsvarmeveksler, hadde en utilstrekkelig avrimingsfunksjon og nesten frøs igjen. To av de tre aggregatene fra Flexit hadde en konstruksjonsfeil som gjorde at avrimingsfunksjonen reduserte avtrekksluftmengden noe i stedet for tilluftsmengden (Figur I.6). Produsentene av alle disse aggregater mener å ha rettet opp forholdene. For eksempel har Systemair nå kommet med et nytt produkt med motstrømsvarmeveksler og elektrisk forvarmebatteri for sikker frostbeskyttelse. Bare nye nøytrale tester kan bekrefte disse forbedringene. Det ble også observert is i kamrene til Enervent TS 300 og i mindre grad i Energyreturn-500.

### **'Forbrukertest'**

Forbrukerrapporten nr. 08 og 09 / 2001 omtalte prosjektet og oppsummerte deler av resultatene <sup>/16/</sup>. Forbruker-rapporten forlanger karaktergivning for å sammenligne produkter. Delrapport 2 (*Forbrukertest av boligventilasjonsaggregater med varmegjennvinning : Karaktergivning*) <sup>/14/</sup> ble derfor skrevet og lagt ut på høring på Internett slik at bransjen kunne ha innflytelse på hvilke egenskapene som skulle få karakter, og på vektingen mellom egenskapene. Byggforsk's filosofi bak karaktergivningen er at (i) den baseres på objektive målbare kriterier, og (ii) det skal være i mest mulig grad en transparent dokumentert prosess. Noen justeringer av vektingen og tilføyelser av flere kriterier, ble gjort i dokumentet som følge av forslag fra bedrifter – denne redaksjonen ble avsluttet en stund før laboratoriemålingene var ferdig.

Karakterene er beregnet på grunnlag av laboratoriemålingene, kvantitative svar fra spørreundersøkelsen, og noen få egenskaper som ikke kan måles kvantitativt (verken i spørreundersøkelse eller på lab.). Sistnevnte ble bedømt av en jury av fagfolk fra Byggforsk iht. de detaljerte sjekklister i Delrapport 2. Disse bedømmelser omhandler, f.eks. innhold i installasjonsveiledning, bruksanvisning, avfall/returordninger og andre miljøegenskaper. Sjekklister besto i stor grad av avklarbare definitive forhold, som gjorde juryens arbeid mer objektiv. Tabell J.3 (side 110) lister noen av juryens betraktninger.

Etter Forbruker-rapporten's reportasje, har en ev aggregatprodusentene uttrykket et ønske om å skille mellom bygninger *med* og *uten* befukning når vi gir karakter for energibesparelse. Byggforsk gir derfor i denne rapporten to alternativer for karaktergivning for egenskapen "Energisparing og økonomi":

3. For *vanlige eneboliger*. Her er energibesparelse beregnet på grunnlag av varmevirkningsgrad (for tørrvarme).
4. For *bygg med befukting* som hindrer at relativ fuktighet går under 30%RF. Dette gjelder bare spesielle bygg med kontrollert relativ fuktighet i *hele* bygningen, slik som museer e.l.. Her er den totale energibesparelsen beregnet på grunnlag av separate beregninger for tørrvarme og latent varme iht. konklusjonen på side 87. Befukting er ikke å anbefale i vanlige norske boliger. Dersom en bolig må ha befukting lokalt f.eks. i et barnerom, vil pkt (1) ovenfor likevel gi det beste inntrykket av lønnsomhet, uansett om et boligvarmegjenvinningsaggregat har fuktgjenvinning eller ei.

Videre har følgende forhold blitt tatt hensyn til siden Forbruker-rapporten's reportasje:

- Brukermanualen for det nye aggregatet *Vallox-90* var ikke tilgjengelig ved opprinnelig karaktergivningen. Manualen er nå tilgjengelig og korrekt karakter kan derfor gis.
- Strømprisen har økt noe. Opprinnelig ble det brukt 55 øre/kWh. Vi har nå benyttet 65 øre/kWh (diskontert graddøgnsvleid gjennomsnitt til husholdninger i Norge for 2001 og 2002, som er typisk 4~6% høyere enn gjennomsnittlig strømpris over året).
- Lønnsomhetsberegningene ble opprinnelig basert på *brutto* luftomsetning på 0.5 oms/h – for de aller fleste aggregater er *brutto* luftomsetning tilnærmet lik *netto* luftomsetning, men for *Energyreturn-500* og *Enerøent TS 300* er ikke dette tilfelle, pga. størrelsen på den målte interne luftlekkasjen. Begge ble testet med en brutto luftmengde tilsvarende en 200 m<sup>2</sup> bolig med 0.5 oms/h. For å gjøre lønnsomhetsberegningene mer presis har vi nå gjort følgende:
  - For *Energyreturn-500* som vi testet, kan man ved å bruke det høyeste viftetrinn for 'normal' drift, få en *netto* luftmengde for en ca. 200 m<sup>2</sup> bolig (dvs. *brutto* luftmengde for tilsvarende 0.5 oms/h for en ca. 300 m<sup>2</sup> bolig). Da varmevirkningsgraden ikke ble målt ved denne luftmengden ved Byggforsk, har vi interpolert våre målinger dette ved hjelp av målingene av samme produkt fra Mitthögskolan i Härnösand, Sverige, og en empirisk metode for modellering av varmevekslere <sup>/38/</sup>, med riktig strømforbruk ved dette viftetrinn og luftmengde.
  - For *Enerøent TS 300* kunne vi ikke gjøre det samme som for *Energyreturn-500* fordi aggregatet ble testet ved det høyeste viftetrinn for 'normal' drift. Vi har derfor utført lønnsomhetsberegningene ved å plassere aggregatet i en tenkt bolig på 171 m<sup>2</sup>, som er tilpasset aggregatets nominelle netto kapasitet (i perfekt balansert tilstand). Merk at det er vanskeligere for et aggregat å oppnå god lønnsomhet i en mindre bolig (fordi sparepotensialet reduseres i takt med luftmengden), så lønnsomhetsberegningen for *Enerøent TS 300* må betraktes som noe streng når den sammenlignes med aggregatene plassert i klassen for 200 m<sup>2</sup> boliger.

Endelig karaktergivning er vist i Tabell J.1, side 108. Karakterskalaen går fra 0% til 100% der 100% betyr beste karakter.

Del 1a av tabellen gjelder for vanlige boliger mens Del 1b gjelder spesielle bygg med befukting. I beregning av karakterer for Del 1a er det benyttet årsvarmevirkningsgrad, mens for Del 1b er det benyttet totalentalpivirkningsgrad (bortsett for lønnsomhetsberegningen, som er beregnet iht. side 87, Alternativ 1).

Lønnsomhetsberegningene var en nødvendig og høyt vektet del av karaktergivningen, men samtidig har den noen svakheter :

- Anleggskostnadene er relativt like for små og store boliger, men energibesparelsen i ventilasjonsvarmetap øker proporsjonalt med boligstørrelsen. Derfor oppnås høyere

lønnsomhet i større boliger. Systemene bør derfor sammenlignes kun innenfor samme boligstørrelse-gruppe.

- Referansesystemet for lønnsomhetsberegningen er mekanisk avtrekksventilasjon med en 65 W vifte. Svakheten er at kvaliteten på innemiljø ved de to systemene er ikke like; kostnadene forårsaket av dårligere inneklime/luftkvalitet er ikke tatt med i regnestykket, og kan være vesentlig høyere enn driftskostnadene til ventilasjon, som illustrert i Figur E.54.
- En annen svakhet ved lønnsomhetsberegningen er uvisshet om innkjøpsprisene. Beregningen tar hensyn til innkjøpspris for systemet og typisk kanalnett for boligstørrelsen, inklusive montering, både for balansert ventilasjon og referansesystemet (mekanisk avtrekksventilasjon). Det ble benyttet veiledende priser uten rabatt (listepriiser) som Forbruker-rapporten har innhentet fra leverandørene (iht. standard praksis i forbrukertester) for basis systemer uten unødvendig ekstrautstyr. Imidlertid er det ikke uvanlig at man kan forhandle seg frem til en rabatt ved kjøp av et eller flere balanserte ventilasjonsanlegg. Dessuten har ferdighusprodusenter gunstige rabattavtaler med aggregatprodusentene, og denne besparelsen kommer boligkjøperen til gode. Det anbefales derfor at en lønnsomhetsberegning utføres i hvert enkelt tilfelle med innhentede tilbud. Karaktergivningen er derfor bare en pekepinne for selvbyggere.
- Det er antatt en ønsket 15 års tilbakebetalingstid (teknisk levetid kan være lengre enn dette), en energipris på 65 øre/kWh (nettleie & avgifter inkludert), og en energiprisindeks på 0% over inflasjon. Endringer i disse parametere påvirker lønnsomheten. Det er antatt panelovn/varmekabler. Andre alternative oppvarmingssystemer, som biobrensel eller varmepumpe, har annerledes energipriser per levert kWh.
- Husbanken gir tilskudd (pr år 2002 var det kr 10 000 dersom boligen også får vannbåren varme eller sprinkleranlegg), og lånetillegg (kr 60 000) for nye boliger med varmegjenvinning. Tilskuddet ble ikke tatt med i lønnsomhetsberegningen.
- Det finnes flere alternative metoder for beregning av livssyklus-kostnader <sup>/41/42/43/</sup>.

Under de ovennevnte konservative forutsetningene, har det mest lønnsomme systemet en internrente på 19% og de tre dyreste systemene 4~6%, forutsatt 15 år tilbakebetalingstid (Figur I.8). Disse internrentene er meget gunstige sammenlignet med nåværende realrente på 1.8% for Husbanklån <sup>4</sup>. For investeringsanalyse av nye boligprosjekter er det aktuelt å benytte lånefinansieringens realrente, og ikke Finansdepartementets kalkulasjonsrente på 7% for samfunnsøkonomiske lønnsomhetsanalyser.

Hvis man antar en kalkulasjonsrente på 4% (dvs. fastrentelånets realrente<sup>1</sup> pluss ca 2% risiko) og et tilskudd på kr 5 000 fra Husbanken <sup>5</sup>, vil de tre mest lønnsomme systemene ha en tilbakebetalingstid på 4.1~5.8 år, og de tre dyreste systemene 9.7~11.7 år (Figur I.9). Hvis den fremtidige energiprisindeksen blir 2% (dvs 75 øre/kWh innen 8 år), vil inntjeningsperioden reduseres med ca 9%.

For ferdighus vil lønnsomheten være enda bedre enn dette pga. rabattavtaler som boligprodusenter inngår med aggregatleverandører.

---

<sup>4</sup> 6.5% nominell fastrente korrigert for 28% skattefradrag og inflasjon på ca. 2.8% [konsumprisindeks]

<sup>5</sup> Halvparten av et tilskudd på kr 10 000 for varmegjenvinning pluss et annet tiltak

## 4 ANBEFALINGER OG KONKLUSJONER

Byggforsk har nylig utgitt en parallell rapport <sup>/26/</sup> med en detaljert gjennomgang av anbefalinger og eksempler for utførelse av balansert boligventilasjon med varmegjenvinning. Rapportens anbefalinger er delvis basert på resultatene fra dette prosjektet. Derfor gis det bare noen hovedanbefalinger og konklusjoner her.

### 4.1 Valg av type ventilasjonssystem

Resultatene fra dette prosjektet bekrefter at balansert ventilasjon er en moden teknologi og et godt valg – den gir den beste luftkvaliteten og inn klima, og samtidig reduseres fyringsutgiftene. Selv om naturlig og mekanisk avtrekksventilasjon kan benyttes i områder uten forurensning, kan det være vanskelig å overholde forskriftskravene til luftomsetning i alle rom. Se side 8.

### 4.2 Type bolig

Spørreundersøkelsen omfatter hovedsakelig eneboliger. Da inn klima er like viktig i alle boligtyper, burde balansert ventilasjon benyttes i større omfang også i rekkehus og leiligheter. Ulempene med avtrekksventilasjon kan være større i leiligheter enn i småhus. Våtrom og boder uten vindu medfører som regel at avtrekksmengden er dimensjonerende, og er større enn 0.5 oms/h. Lite yttervegsareal, og tilførsel av forholdsvis mye ufiltrert og ubehandlet luft gjør at trekkproblemene er større i leiligheter enn i småhus. Lite transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap, samt stor luftskifte, fører dessuten til at energibehov til oppvarming av ventilasjonsluft utgjør en større andel i leiligheter enn i småhus.

I bygg som opprinnelig bare har avtrekkssystem, kan det være ulønnsomt å installere varmegjenvinner dersom hver leilighet har separat avkastkanal opp til tak, pga. trange føringsveier for nytt tilluftssystem. Noen produsenter har derimot aggregater tilpasset fleretasjes bolighus, der avkastkanaler kan samles i samme kanal. I nybygg, og eksisterende bygg med balansert ventilasjon, vil varmegjenvinner normalt lønne seg. Alternativt kan varmen i avtrekksluften gjenvinnes (ved hjelp av en varmepumpe) til å forvarme varmt forbruksvann eller returvann fra radiatoranlegg.

Byggforsk har tidligere beregnet det økonomisk mest optimale lekkasjetallet (lekkasjetettheten) for en enebolig med varmegjenvinning (Figur E.41) <sup>/2/</sup>. Det er mest lønnsomt med et lekkasjetall under 2,0 oms/h ved en trykkforskjell inne/ute på 50 Pa. Det er ikke vanskelig å bygge så tette småhus; viktigst er det å bevisstgjøre byggemesteren på ønsket kvalitet på utførelsen, og forholde seg til anbefalte detaljer i Byggforskserien. Boligen må uansett tilfredsstillende forskriftskravet om et lekkasjetall på maks 4,0 oms/h. I utette hus vil luftlekkasjer gjennom bygningskonstruksjonen komme som et tillegg til den mekaniske ventilasjonen. Utettheter kan også påvirke energiforbruket ved at eventuell trekkubehag søkes kompensert ved heving av innnetemperaturen. En heving på 2°C vil føre til at energiforbruket til oppvarming øker med ytterligere ca. 10%.



## 4.3 Aggregatet

### *Valg av type aggregat*

Hvilke typer varmegjenvinner som er best, er det vanskelig å trekke noen enkel konklusjon på. Det anbefales å basere sine valg på nøytrale testresultater for det enkelte produkt – for eksempel dokumenterer ingen produsenter i dag en korrekt årsvarmevirkningsgrad for sine aggregater, men dette vil forbedres i fremtiden. Det er generelt mest lønnsomt med effektiv varmegjenvinning (årsvarmevirkningsgrad ideelt bedre enn ca. 70%) – merkostnadene for en varmegjenvinner med høy årsvarmevirkningsgrad er generelt lav i forhold til årlige besparelser. Ofte legges det størst vekt på varmevirkningsgraden – i praksis er andre egenskaper vel så viktige, slik som driftssikkerhet, brukervennlighet, støy, luftmengdekapasitet, mulighet for renhold, den faglige kvaliteten på montasjearbeidet og innreguleringen. For eksempel bør det foreligge dokumentasjon på at aggregatet har tilfredsstillende frostbeskyttelse for det aktuelle klimasone. En detaljert gjennomgang av anbefalte tekniske krav og anbefalinger til aggregater finnes i Delrapport 3 <sup>/15/</sup>. Se også fuktgjenvinning på side 11.

### *Opsjoner*

Flere produsenter kan levere aggregater med tilleggsutstyr for automatisk behovsstyring (dvs. elektronikk for styring av luftmengden etter behov), med f.eks. en fuktsensor på badet eller ev. CO<sub>2</sub> nivå i et rom.

Det er også mulig å velge blant flere typer filter. I de fleste tilfeller anbefales en tilluftsfilter av standard EU7 (eller tilsvarende).

### *Plassering av aggregat*

For småhus har det tradisjonelt vært enklest og mest vanlig å plassere varmegjenvinneren på loftet – dette er en god løsning forutsatt tilfredsstillende isolering og enkel adkomst. I dag brukes det i større grad enn tidligere veggmonterte aggregater som plasseres i sekundære men oppvarmede rom som f.eks. vaskerom eller bod. Dette er det beste plasseringsalternativet både med tanke på varmeisolering og adkomst for service. En bør påse at aggregatet ikke plasseres slik at sjenerende støy overføres til soverom eller andre rom som krever ro. En optimal løsning er å plassere aggregatet i en 'varm kjerne' for tekniske installasjoner sentralt i bygningen. Plasseringen gir også mulighet for korte og romslige kanaler, noe som gir lavt trykkfall og lave installasjons- og driftskostnader. Aggregatet bør plasseres slik at kanalene blir kortest mulig, spesielt mellom aggregat og utendørs luftinntak. Kammergjenvinnere må derimot alltid monteres ved ekstern vegg – de må ikke ha forlenget kanalstrekk for avkast og friskluftinntak.

Enkelte typer varmegjenvinnere er beregnet plassert på kjøkkenet, ofte sammen med kjøkkenventilatoren over komfyren. Denne siste løsningen stiller store krav til støydemping.

Uansett plassering må eventuell kondensledning legges frostfritt med vannlås av tilstrekkelig høyde (trykkdifferansen over aggregatkassen kan være nokså stor), og med jevnt fall til husets avløpsystem.

## 4.4 Kanalsystemet

Spirokanaler av varmforsinket stål bør benyttes i så stor grad som mulig. Fleksible kanaler frarådes, da de er vanskelige å rengjøre og deformeres lett. Alle kanaler og kanaltilkoblinger

i ventilasjonsanlegget skal være lufttette (EUROVENT Klasse B eller bedre <sup>/24/</sup>, kanalsystemer med fabrikkmonterte gummitetting er ideelle; duct tape skal unngås <sup>/40/</sup>) og utført i bestandig materiale med hensyn til korrosjon og brann. I tillegg til at kanalene skal være glatte innvendig, skal de gi lett atkomst for inspeksjon og rengjøring i hele sin lengde (inspeksjons-/renseluker). Kanalsystemet skal være så kort som mulig, og unødvendige bend skal unngås – dette reduserer luftmotstand, støy, og letter inspeksjon og rengjøring. Det er spesielt viktig at friskluftinntak og kanalstrekk mellom inntak og filter er korte og lette å rengjøre. Kanaler for frisk luft og avkastluft skal alltid isoleres. Alle kanalstrekk gjennom kalde/uoppvarmede rom skal også isoleres. Isolering skal være *minst* 50 mm tykk, gjerne 100~150 mm i kaldere strøk, for å hindre kondens og uønsket varmetap. Rapport <sup>/26/</sup> gir mer detaljerte anbefalinger om utforming og utførelse av kanalsystemet, ventiler, og overstrømning mellom rom.

## 4.5 Prosjektering og installasjon

Anleggene installeres ofte av ikke-fagutdannet arbeidskraft, for eksempel snekker eller eier (dvs. ikke ventilasjonsmontører). Dette stiller store krav til tegninger, beskrivelse og montasjeanvisning, samt at det velges løsninger som begrenser mulighetene for feil/skader (for eksempel bruk av spirokanaler). Derfor er betydningen av prosjektering og utførelse (inkludert idriftssettelse og innregulering) samt drift og vedlikehold, stor. Prosjektering av boligventilasjon utføres vanligvis av produktleverandøren i samarbeid med boligprodusenten. Kvaliteten på, og dokumentasjon av dette arbeidet har særdeles stor betydning for resultatet. Gjennomarbeidede sjekklister ved installasjon kan være en god hjelp for å forebygge at bruker får problemer grunnet feil og mangler. Utfylte sjekklister bør derfor være en del av dokumentasjonen ved ferdigstilling/overlevering. Bare ett produkt ble levert til Byggforsk med en slik sjekkliste.

Denne undersøkelsen tyder på at balansert ventilasjon kan i praksis dimensjoneres med en lavere nominell luftmengde enn det gjøres i dag, og dermed øke energibesparelsen, uten å forringe luftkvaliteten. En grunn for dette er at boliger med balansert ventilasjon har et større infiltrasjonsluftskifte enn mekaniske avtrekksanlegg (side 39) – Frem til nå har ikke infiltrasjon blitt tatt hensyn til i dimensjoneringsberegninger. En medvirkende faktor er at balansert ventilasjon oppnår den samme luftkvaliteten, men med lavere luftskifte (Side 8). Et konkret tegn på disse forhold er Figur E.61 som viser at halvparten av alle husstandene vanligvis har aggregatets viftehastighet på et minimum.

Et annet viktig moment ved dimensjonering av ventilasjonssystemet er at luftmengden skal kunne forseres ved behov, for eksempel ved dusjing. Luftmengdekapasiteten ved forsert ventilasjon skal tilfredsstillende minst kravene som stilles i byggeforskriftene (Side 41).

## 4.6 Drift og vedlikehold

God renhold av komponentene i ventilasjonsanlegget er viktig for å opprettholde kapasiteten, unngå helserisiko og hindre brannfare. Det rutinemessige vedlikeholdet kan brukeren selv foreta. Derfor skal anleggene ha en lettfattelig bruksanvisning og vedlikeholdsinstruks. Disse bør ha en fast plass for oppbevaring ved aggregatet – produsenten eller installatøren må sørge for dette. Generelt skal varmegjenvinneren rengjøres (innvendig, varmeveksleren, viftebladene, osv.) ikke sjeldnere enn hvert år, ideelt to ganger årlig. Filter skal skiftes/vaskes iht. produsentens anbefalinger, men iallfall minst hvert år, eller 2 ganger årlig der luften er mer forurenset. Noen typer filter, som elektrostatiske filter, skiftes oftere. Luftinntak bør inspiseres, ev. rengjøres, årlig.

## 5 BIBLIOGRAFI

### 5.1 Litteraturhenvisninger

- /1/ Blom P., E. Skåret, 1995. *Ventilasjon og luftkvalitet i småhus – Feltundersøkelse og litteraturgjennomgang*. Prosjektrapport 169 - 1995. Oslo : Norges byggforskningsinstitutt. ISBN 82-536-0478-5
- /2/ Brunsell J., 1992. *Luftskifte i norske boliger*. Prosjekt O-3660. Oslo : Norges byggforskningsinstitutt.
- /3/ *Plan- og bygningsloven*. (<http://www.be.no/>) Miljøverndepartementet, ved lov av 14. juni 1985 nr. 77. Sist endret ved lov av 16. april 1999 nr. 18.
- /4/ *Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven (Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk)*. (<http://www.be.no/>) Kommunal- og regionaldepartementet, og Miljøverndepartementet, ved lov av 22. januar 1997 nr. 33
- /5/ *Ren veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven*. (<http://www.be.no/>) Statens bygningstekniske etat, 2.utgave, april 1999
- /6/ Standard NS 8175. *Lydforhold i bygninger : Lydklasser for ulike bygninger*. 1996
- /7/ CEN Technical Report CR 1752. *Design criteria for the indoor environment*. 1997
- /8/ Prof. Sten Olaf Hansen, NTNU, Trondheim. *Personlig kommunikasjon*, 2001
- /9/ Norges Astma og Allergiforbund, Inneklimakontor i Bodø. *Personlig kommunikasjon*, 2001
- /10/ ISO 7730:1994. *Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*
- /11/ Varmetap og energibehov i småhus. Regneark. Byggforsk. [www.byggforsk.no](http://www.byggforsk.no)
- /12/ Schild, P.G. *Mekanisk avtrekk kontra balansert ventilasjon av nordiske boliger : konsekvensene av tetthet, trykkforhold og de nye byggeforskriftene*. Norges byggforskningsinstitutt, 1999-03-01, Prosjektrapport O-9384
- /13/ Schild, P.G. *Test protocol for residential ventilation units with heat recovery*. Norges byggforskningsinstitutt, Delrapport 1, Prosjekt N-9752
- /14/ Schild, P.G. *Forbrukertest av boligventilasjonsaggregater med varmegjenvinning - Karaktergjøring*. Norges byggforskningsinstitutt, Delrapport 2, Prosjekt N-9752
- /15/ Schild, P.G. *NBI Teknisk Godkjenning av boligventilasjonsaggregater med varmegjenvinning*. Norges byggforskningsinstitutt, Delrapport 3, Prosjekt N-9752
- /16/ Geir Røed. <http://www.forbrukerradet.no/forbrukerrapporten/>
- /17/ *Bygningsnettverkets energistatistikk*, 2000. NVE's byggoperatør
- /18/ Ann Christin Bøeng, Runa Nesbakken. *Energibruk til stasjonære og mobile formål per husholdning 1993, 1994 og 1995 – Gjennomsnittstall basert på forbrukerundersøkelsen*. SSB, august 1999
- /19/ Norlén U., K. Andersson, 1993. *Bostadsbeståndets inneklimat*. ELIB-rapport nr.7, NT:30. Statens Institut för byggnadsforskning, Yrkes- och Miljömedicinska kliniken i Örebro, Statens strålskydds institut: Gävle og Örebro
- /20/ Terje Wolleng. *VVS-teknisk klimadata for Norge*. NBI håndbok 33. 1979
- /21/ CAN/CSA-C439. *Standard methods of test for rating the performance of heat-recovery ventilators*.

- /22/ Standard NS-EN 832. *Bygningers termiske egenskaper. Beregninger av bygningers energibehov til oppvarming*. Norges Standardiseringsforbund. (etterfølgeren til NS 3031)
- /23/ Markedsundersøkelse utført i 1999. kilde: Flexit AS
- /24/ EUROVENT 2/2-1996. *Air leakage rate in sheet metal air distribution systems*. EuroVent Certification, F-75001 Paris.
- /25/ Bakke J.V., Bjørseth O., Johannesen L.N., Løvik M., Syversen T. *Fuktige bygninger gir helseplager*. Det Medisinske Fakultet Trondheim, oktober 2000  
<http://www.medisin.ntnu.no/dikn/rapporter/fukthus.pdf>
- /26/ Thunshelle K. (red.). *Boligventilasjon*. Byggforsk rapport 113 - 2002.
- /27/ Svein Gloslie, Boligprodusentenes forening. 2002
- /28/ Peter Op 't Veld. *Performances of a new generation high efficiency heat recovery units for domestic ventilation*. Proceedings 21st AIVC Annual Conference, "Innovations in Ventilation Technology", 26-29 September 2000, paper 40.
- /29/ Øie L., H. Stymne, C-A.Boman, V. Hellstrand., 1998. *The ventilation in 344 Oslo residences*. Indoor Air Conference 1998
- /30/ prof. dr. med. Kjell Aas. <http://www.inneklima.com/> gå til **Egen bolig > Fukt**
- /31/ Wyon DP., L Fang, HW Meyer, J Sundell, CG Weirsøe, N Sederberg-Olsen, Tsutsumi, T Agner, and PO Fanger. *Limiting criteria for human exposure to low humidity indoors*. Proceedings, Indoor Air 2002. sider 400-405
- /32/ Fang, L., Clausen, G., Fanger, P.O. *Impact of temperature and humidity on the perception of indoor air quality*. Indoor Air, 8(2), 80-90 (1998)
- /33/ SSB, 1990. *Boforholdsundersøkelsen 1988*. Statistisk sentralbyrå, Oslo
- /34/ Concannon, P. *AIVC Technical Note 57 : Residential Ventilation*. IEA Energy Conservation in Buildings & Community Systems. Brussels, Belgium : INIVE EEIG, 2002
- /35/ Månsson, L-G (red.). *IEA ECBCS Annex 27 Handbook. Evaluation and demonstration of Domestic Ventilation Systems*. St.Albans, UK : FaberMaunsell Ltd. ISBN 0-9542670-X
- /36/ Blomserberg Å., C Svensson, T Carlsson, J Kronvall. *Multi-Zone Calculations and Measurements of Air Flows in Dwellings - IEA annex 27 Evaluation and Demonstration of Domestic Ventilation Systems*. SP, Borås. 1998-04-01
- /37/ Jenssen J., S Gjeving, R Johnsen. *Assessments of indoor air humidity in four different types of dwellings randomly selected in Trondheim, Norway*. Building Physics 2002, 6th Nordic Symposium. [http://www.bygg.ntnu.no/batek/buildphys/proceedings/123\\_Jenssen.pdf](http://www.bygg.ntnu.no/batek/buildphys/proceedings/123_Jenssen.pdf)
- /38/ Spang, B. and Roetzel, W. *Neue Näherungsgleichung zur einheitlichen Berechnung von Wärmeübertragern*. Heat and Mass Transfer 30 (1995), pp. 417-422
- /39/ Sven A. Svernberg. *Varmeåtervinning ur ventilasjonsluft*. Handboksserien VVS-tekniska föreningen, Byggforskningsrådet. 1989. ISBN 91-971262-0-9
- /40/ Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), informasjon om kanalsystemer for boligventilasjon. <http://ducts.lbl.gov/>
- /41/ NS 3454 *Livssyklus kostnader for byggverk*. Utgave 2-2000
- /42/ *Kalkulere med LCC<sub>E</sub>*, Sveriges Verkstadsindustrier (VI).
- /43/ EUROVENT. *LCC Guidelines*. <http://www.lcc-guidelines.com/>
- /44/ SP Report, ref. ETs632A, 2002-02-07
- /45/ CG Bornehag, J Sundell, L Hägerhed, S Janson. *Dampness in buildings and health. Dampness at home as a risk factor for symptoms among 10 851 swedish children (DBH-step 1)*. Proceedings: Indoor Air 2002, California. pp. 431-436

## 5.2 Henvisninger til Byggforskserien

For gode råd om tilrettelegging for godt innemiljø og god økonomi, samt valg og drift av ventilasjonssystemet for din bolig, anbefaler vi følgende blader som er utgitt av Byggforsk tidligere. Bladene har mellom 5 og 8 sider. De kan bestilles online (<http://bks.byggforsk.no/>) eller fra Byggforsk's salgsavdeling, tlf. 22 96 55 55. De er også tilgjengelige ved større folkebiblioteker (som referanselitteratur; ikke til utlån). Bladene med uthevet skrift er spesielt aktuelle i.f.m. varmegjenvinning i boliger:

### ***Planløsning (grønn serie)***

- 220.120 Planlegging av godt innemiljø i boliger. Momentliste (1993)
- 220.330 Overfølsomhet og allergi (1992)
- 222.220 Planlegging av boliger med lavt energibehov (1999)
- 361.411 Kjøkken i bolig (2002) - avsnitt §53

### ***Byggdetaljer (blå serie)***

- 421.421 Støy i rom og foran fasade. Grenseverdier for lydnivå (2001)
- 421.501 Temperaturforhold og lufthastighet. Betingelser for termisk komfort (1999)
- 421.502 Krav til luftkvalitet (1999)
- 421.503 Krav til luftmengder i ventilasjonsanlegg (2000) - avsnitt §35
- 421.505 Krav til inneklimate (1992)
- 421.510 Tilrettelegging for godt innemiljø i boliger (2000)
- 421.522 Bygningsmaterialer og luftkvalitet (1993)
- 472.321 Boliger med lavt energibehov. Tekniske løsninger og installasjoner (2000)
- 520.706 Radon. Bygningstekniske tiltak (2000)
- 552.301 Ventilasjon av boliger. Prinsipper og behov (1994)**
- 552.302 Naturlig og mekanisk avtrekksventilasjon i småhus (1994)
- 552.303 Balansert ventilasjon i småhus (1994)**
- 552.305 Ventilasjon i boligblokker/bygårder (1995)
- 552.306 Støy i rom fra ventilasjonsanlegg. Del I og II (1988)
- 552.331 Filtrering av uteluft for ventilasjonsanlegg (1990)
- 552.340 Varmegjenvinnere for ventilasjonsanlegg (1990)
- 552.360 Plassering av friskluftinntak og avkast for å minske forurensning (1999)

### ***Byggforvaltning (gul serie)***

- 701.266 Energibesparende tiltak i boliger (1991)
- 701.706 Radon. Bygningstekniske tiltak i eksisterende bygninger (1999)
- 752.215 Boligventilasjon. Drift og vedlikehold (1992)
- 752.250 Renhold av ventilasjonsanlegg. Behov og metoder (1996)
- 752.601 Forbedring av ventilasjon i boliger (1992)



## A DEFINISJONER

### A.1 Glossar

*Aggregat:* Ventilasjonsaggregatet er kassen som inneholder tilluftsvifte, avtrekksvifte, varmegjenvinningskomponentene, som regel filtre, eventuelt også varmebatteri.

*Aggregatets (netto) virkningsgrad:* Se beskrivelsen på side 79

*Aggregatets årsvarmevirkningsgrad:* Se beskrivelsen f.o.m. side 83

*Avkastluft:* Luft som føres fra aggregatet til utsiden av boligen

*Avtrekksluft:* Luft som fjernes fra boligen (føres til aggregatet, eller ev. direkte til utsiden av boligen f.eks. fra kjøkkenhette)

*Avtrekksventilasjon:* Enten mekanisk avtrekk (dvs. aktiv, med avtrekksvifte) eller naturlig avtrekk (dvs. passiv, med naturlige drivkrefter). I begge tilfeller har boligen friskluftsventiler i vegger eller spalteventiler i vinduer, og avtrekk fra våtrom/WC og kjøkken gjerne via kanaler opp til over taket. Se side 37.

*Balansert ventilasjonssystem:* Ventilasjonssystem med både tilluft og avluft i omtrent like mengder, vanligvis med vifter både for tilluft og avtrekksluft. Se side 36

*Bypass:* Omløp, dvs. at luften styres utenom varmegjenvinneren

*Entalpi:* Luftens spesifikke varmeinnhold, J/kg tørr luft. Populært brukt som forkortelse for *totalentalpi*, men kan også brukes i sammenheng med tørrvarme ('sensible'-entalpi). Se også *totalentalpi*.

*Entalpi virkningsgrad:* Populært brukt som forkortelse for *totalentalpi virkningsgrad*.

*Flankestøy fra aggregat:* Lydtrykknivået i etterklangsfelt i et rom hvor aggregatet er plassert, forutsatt 4 dB romdempning (pga. typiske støyabsorberende flater). Flankestøyen i andre rom vil oftest være lavere enn dette pga. dempning i veggene/etasjeskiller mellom rommene.

*Fukt virkningsgrad:* Se beskrivelsen f.o.m. side 81

*Kammervarmegjenvinner:* Se beskrivelse f.o.m. side 35

*Lekkasjetall:* Se side 38

*Lydeffekt (W):* Total lydeffekt fra en kilde, dvs. samlet lydenergiutstråling pr. tidsenhet fra kilden, angitt i måleenhet Watt.

*Lydeffektnivå ( $L_W$ ):* Lydeffekt fra en lydkilde angitt i en logaritmisk skala; 10 ganger logaritmen til forholdet mellom lydeffekten og referanseeffekten  $10^{-12}$  Watt, angitt i måleenhet dB. Ventilasjonsstøy er målt som en gjennomsnittlig verdi over en tidsperiode.

*Lydeffektnivå i kanal ( $L_W$ ):* Oppgitt lydtrykknivå i et normalrom + 4dB + enderefleksjon for åpningen fra hovedkanal.

*Lydtrykk (p):* Momentanavvik fra barometertrykk i et punkt, frembrakt av en akustisk bølge, angitt i måleenhet Pa.

*Lydtrykknivå ( $L_p$ ):* Lydtrykk angitt i en logaritmisk skala; 20 ganger logaritmen til forholdet mellom effektivverdien av lydtrykket og referanselydtrykket  $2 \times 10^{-5}$  Pa; angitt i dB. Ventilasjonsstøy er målt som en gjennomsnittlig verdi over en tidsperiode.

*Motstrøms varmegjenvinner:* Se beskrivelse f.o.m. side 33.

*Platevarmegjenvinner:* Se beskrivelse f.o.m. side 32.

*Regenerativ varmegjenvinner:* Se beskrivelse f.o.m. side 34.

*Rekuperativ varmegjenvinner:* Se beskrivelse f.o.m. side 32.

*Roterende varmegjenvinner:* Se beskrivelse f.o.m. side 35.

*Støy fra tilluft og avtrekk:* Lydtrykknivået i etterklangsfeltet i et normalrom, med 4 dB romdempning (pga. typiske støyabsorberende flater, også kalt 10m<sup>2</sup> Sabine-rom), forutsatt at hovedkanalen går direkte til rommet uten lydfelle. I praksis vil lydfeller osv. gjøre at støynivået i rommet er lavere enn dette. Støyproduksjon i kanalen og ventiler er ikke tatt hensyn til her.

*Temperaturvirkningsgrad:* Se beskrivelsen f.o.m. side 79

*Tilluft:* Luft som tilføres boligen via ventilasjonsaggregatet.

*Tilsynelatende virkningsgrad:* Se beskrivelsen f.o.m. side 79

*Totalentalpi:* Varmeinnhold pr. kg luft, dvs. summen av tørrvarme (som fører til følbart temperaturheving av luften) og latentvarme (varmen ble benyttet for å fordampe vann til vanddamp i luften).

*Totalentalpivirkningsgrad (eller totalenergivirkningsgrad):* Se beskrivelsen f.o.m. side 81

*Varmegjenvinner:* Apparat eller system som gjenvinner varme i avtrekksluft og overfører varmen til et annet medium, vanligvis til tilluft. Dette begrepet er også brukt som en betegnelse for hele aggregatet.

*Varmegjenvinning:* Nyttiggjøring av varmeinnholdet i avtrekksluft for å varme opp frisk luft, (ev. for å varme opp bruksvann).

*Varmegjenvinningssystem:* Ventilasjonssystem med varmegjenvinner og ev. vifter, filtre, elektriske elementer o.l.

*Varmeveksler:* Apparat som overfører varme fra et medium til et annet. Det er også brukt som et annet ord for varmegjenvinner.

*Varmevekslerens virkningsgrad:* momentan virkningsgrad for selve varmeveksleren. Se side 79

*Varmevirkningsgrad (eller aggregatets varmevirkningsgrad):* aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad. Dette kan brukes i energiberegninger.

*Årsvirkningsgrad:* Se beskrivelsen f.o.m. side 83

## A.2 Typer varmegjenvinnere

Varmegjenvinnere (varmevekslere) kan inndeles i to hovedtyper: **rekuperative** (statiske) og **regenerative** (sykliske). Forskjellen består i hvordan varmen blir overført.

### **Rekuperative varmegjenvinnere**

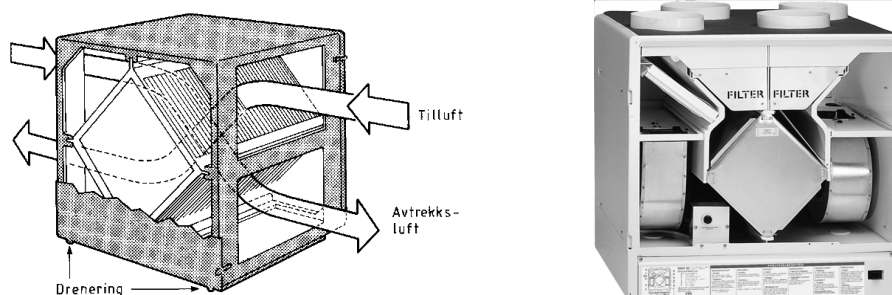
Rekuperative (statiske) varmegjenvinnere overfører varme enten via en skillevegg (plate- og rørvarmegjenvinner) eller ved hjelp av en væske (væsekoblet varmegjenvinner og fordampningsvarmegjenvinner). Siden luftstrømmene er adskilt, vil ikke lukt bli overført, forutsatt at det ikke er intern lekkasje i varmegjenvinneren. Rekuperative varmegjenvinnere har lav installasjonskostnad, enkelt vedlikehold, og kjøkkenavtrekk kan tilknyttes dersom dette er uunngåelig. Rekuperative varmegjenvinnere kan fryse på kalde dager dersom de ikke har tilstrekkelig frostsikring. Anlegget må dessuten tilknyttes avløp for kondensvann. Følgende vanlige typer finnes:

- **Platevarmegjenvinnere** er de vanligste. Disse består av flere plane eller korrugerte plater (vanligvis aluminium eller plast) som danner skille mellom tilluft og avtrekksluft. Varme blir overført ved varmeledning gjennom skilleplatene. Dersom overflatetemperaturen på platen er lavere enn 0°C, kan det danne seg is på avtrekkssiden. Isdannelse kan forhindres ved å la mer eller mindre tilluft gå utenom varmegjenvinneren (bypass), ved



intermittent (intervall) forvarming av tilluften eller ved intermittent resirkulasjon av avtrekksluft gjennom begge sider av platen (figur-’8’ luftstrømmønster). Enkle varmevekslere kan man avise ved intervallstyrt stans av tilluftsviften, men dette innebærer lange driftsstanser. De aller fleste platevarmegjennvinnere overfører ikke fukt, men noen produsenter benytter cellulose-lignende materialer som overfører fukt ved diffusjon (f.eks. Mitsubishi’s *Lossnay*). Fordelen med disse er at de har mindre problemer med kondensasjon og gjenfrysing, høyere virkningsgrad, og at de holder boligens luftfuktighet mer konstant. Utenom fyringssesongen, når varmegjenvinning ikke er ønskelig, kan man bytte ut vekslerkassetten med en skilleplate (‘sommerkassett’). På grunn av kondens under vinterdrift må det monteres avløpsrør fra under platene. Platevarmegjennvinnere har ingen bevegelige deler, og er enkle å rengjøre. I dag finnes det to hovedtyper:

- Den vanligste typen er **krysstrømsvarmegjennvinner**, der luftstrømmenes strømningsretning er 90° i forhold til hverandre. Ulempen er at anlegget har forholdsvis lav varmekoeffisiensgrad (50~60%). Flexit AS, Vallox OY og Systemair AB (Villavent) er eksempler på produsenter av boligventilasjonsaggregater med krysstrømsvarmevekslere i Norge.



**Figur A.1**  
Eksempler på krysstrømsvarmegjennvinnere

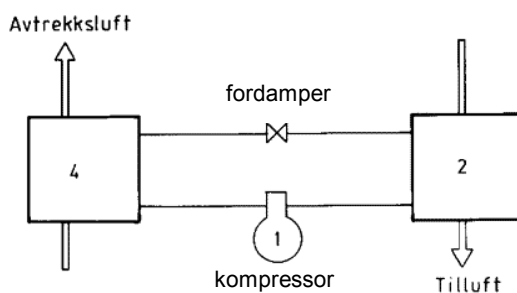
- **Motstrømsvarmegjennvinner**, hvor luftstrømmene går i motsatt retning, er sjeldnere i Norge. De oppnår høyere varmegjennvinningsvirkningsgrad, men dette innebærer høyere risiko for gjenfrysing om vinteren. God automatikk for avfrosting er derfor nødvendig. Vallox OY, Systemair AB (Villavent), og TemoVex Svenska AB, er eksempler på produsenter av slike boligventilasjonsaggregater.



**Figur A.2**  
Eksempler på motstrømsvarmegjennvinnere

- **Væsekoblede varmegjennvinnere** er spesielt godt beskyttet mot intern omluft. Dette gjør at de ikke gjenvinner fukt. De finnes i tre typer:
  - **Varmepumpegjennvinner**. Et ventilasjonsaggregat med innebygd luft/luft varmpumpe som består av kompressor, trykkreduksjonsventil og batterier i kanalene

for henholdsvis avtrekk- og tilluft. Batteriene er koblet sammen med rør hvor et kuldemedium sirkulerer. Kuldemediet fordampes når det mottar varme i avtrekksluftens batteri. I kompressoren blir gassen komprimert til høyere trykk og temperatur før den overføres til tilluftens batteri. Her vil gassen kondensere idet den avgir varme til den kaldere tilluften. Kondensatet føres tilbake til batteriet i avtrekksluftskanalen via en trykkreduksjonsventil, og prosessen gjentas. Effekten som tilføres kompressoren blir også overført til tilluften. Kompressoreffekten utgjør 20~30% av opptatt effekt fra avtrekksluften. Avising gjøres periodevis med varmgass-omkobling eller ved å stille inn avtrekksluftens temperatur til noen grader over 0°C. Varmegjenvinnerens virkningsgrad ved kald utetemperatur er derfor noe lavere enn for andre typer varmegjenvinnere, men høyere ved milde temperaturer. Disse gjenvinnere er derfor best egnet for milde strøk (kystklima). De kan, om ønsket, bidra til boligoppvarming ved å varme opp tilluften over romtemperaturen (jf. område ③ i Figur G.4a, side 84) – men varmetapet økes fra kanaler som går gjennom uoppvarmede rom, og den varme tilluften kan samles under taket i tilførselsrommene dersom det er mangelfull omrøring. Varmepumpegjenvinnere kan også kjøle ned tilluften (airconditioning) men dette er unødvendig energibruk i norsk klima. Det finnes kombimodeller som varmer opp bruksvann, og dermed nyttiggjør gjenvunnet varme om sommeren – disse viser best total energibesparelse av alle varmpumpegjenvinnere.



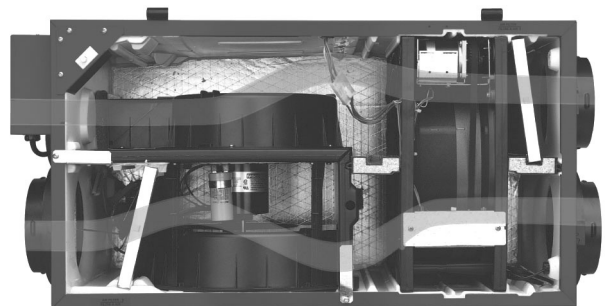
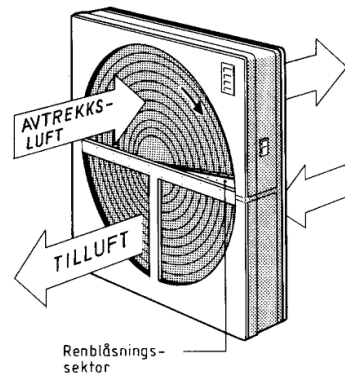
**Figur A.3**  
Eksempler på varmpumpegjenvinnere

- **Konvensjonell væskekoblet varmegjenvinner** ("batterivarmegjenvinner") består av batterier i henholdsvis avtrekks- og tilluftskanalen. Mellom batteriene sirkulerer en væskeblanding av vann/glykol eller vann/sprit, som overfører varme fra batteriet i avtrekksluftskanalen til batteriet i tilførselskanalen. Virkningsgraden er noe lav. Det er ingen produkter av denne typen for boligventilasjon i Norge, bare for næringsbygg.
- **Fordampningsvarmegjenvinner**. En fordampningsvarmegjenvinner ("heat-pipevarmegjenvinner") virker i prinsippet på samme måte som væskekoblede varmegjenvinnere. Varmebærer er her et kuldemedium som fordampes ved varmetilførsel og kondenserer ved avkjøling. Det er ingen slike produkter for boliger på det norske markedet, men det forskes på dette i utlandet.

### Regenerative varmegjenvinnere

Regenerative (sykliske) varmegjenvinnere overfører varme ved at varmeakkumulerende flater vekselvis bringes i kontakt med avtrekksluft og tilluft. De varmeakkumulerende flatene kan være metalliske plater, plast, papp, o.l. Regenerative varmegjenvinnere kan overføre fuktighet, men vil også kunne overføre noe avtrekksluft. De kan oppnå høy varmegjenvinningsvirkningsgrad. Vanlige typer er roterende varmegjenvinner og kammervarmegjenvinner.

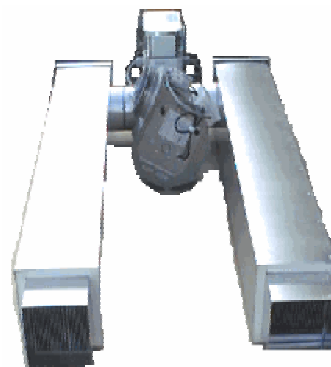
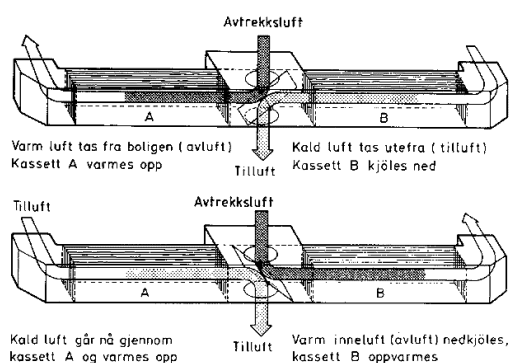
- **Roterende varmegjenvinner:** består av et rotorhjul med mange små kanaler som luft strømmer gjennom, se Figur A.4. Den ene halvparten av rotorhjulet varmes opp av luft i avtrekkskanalen, hjulet dreier rundt en halv omgang og avgir så varme til den kaldere tilluften. Virkningsgraden reguleres ved bypass, intermittert drift eller ved å forandre rotorhastigheten. Rotoren renses for støv o.l. ved at rotoren under drift vekselvis utsettes for luftstrøm i motsatt retning. For ytterligere å forhindre forurensninger kan varmegjenvinneren utstyres med renblåsingssone. Faren for at rotoren blir tilsmusset ved stillstand, gjør at varmegjenvinneren må være periodisk i drift også sommerstid. Lav utetemperatur og høy innefuktighet kan gi ising. Avising kan skje ved å sørge for at mer eller mindre tilluft går utenom varmegjenvinneren eller ved å redusere rotorhastigheten. I vanlige bygg uten høy fuktighetsproduksjon vil isen forsvinne av seg selv pga. vekslingen av luftstrømmene gjennom rotoren. Roterende varmegjenvinnere er nesten enerådende i større bygg, men er ikke like vanlig i boligventilasjon. Noen produsenter jobber nå med utvikling av aggregater for boligventilasjon med roterende varmegjenvinnere. Det fins to typer:
  - Varmegjenvinner med **hygroskopisk** rotor, dvs. av materiale som tar opp fuktighet i damp- og væskeform, f.eks. overflate av porøs aluminiumoksid. Disse benyttes for å spare befuktning i bygninger der det er viktig å holde høy relativ fuktighet om vinteren. Disse varmegjenvinnerne trenger som regel likevel kondensavløp. I varme land, der air-conditioning er vanlig, benyttes de for å holde varm fuktig luft ute. I kaldt klima er de mest aktuelle for å holde fuktighet inne om vinteren. Et eksempel er AVS Duo (Venmar Ventilation Inc.).
  - Varmegjenvinner med **ikke-hygroskopisk** rotor. Denne typen overfører fukt bare dersom vandampen i avtrekksluften kondenserer. Eksempler er Heru (C.A. Östberg AB), og Covent Miniaggregat (Covent AS).



**Figur A.4**  
Eksempler på roterende varmegjenvinnere

- **Kammervarmegjenvinner:** består av to separate varmegjenvinnerkassetter og et spjeldhus, se Figur A.5. Hver kassett består av mange små kanaler som luften strømmer gjennom. Kanalveggene vil vekselvis avgi varme til tilluften eller oppta varme fra avtrekksluften. Vekslingen skjer ved hjelp av et spjeld som skifter stilling etter en viss tid, vanligvis hvert minutt. Spjeldet styres av et koblingsur. Overføringen av avtrekksluft er omtrent som for roterende varmegjenvinner. På grunn av vekslingen i luftretning er ikke ising noe stort problem, så sant luftfuktigheten i avtrekksluften er normal. Disse har høy varmevirkningsgrad (70~80%), lav installasjonskostnad, overfører fuktighet når vandampen i avtrekksluften kondenserer, har forholdsvis lite frostproblemer og ingen tilknytning til avløp. Ulemper ved anlegget er at den må monteres på yttervegg (kan ikke plasseres i sentral varmekjerne), er ofte installert på steder som har begrenset

tilgjengelighet for vedlikehold (med unntak av skapmodell som kan monteres på lett tilgjengelig sted, f.eks. bod), anlegget har større risiko for overføring av lukt og andre forurensninger fra avtrekk til tilluft enn andre aktuelle typer gjenvinner, og ved feil montering kan man merke intermitterent støy. Eksempler på slike produkter er Energyreturn-500 (X-Well AS), Enervent-TS (Ener-produkt AS), og CoventMaster (Covent AS). Den gamle modellen er ikke lenger i produksjon, og er erstattet av en ny roterende modell f.o.m. 2002).



**Figur A.5**  
Eksempler på kammergjennvinnere

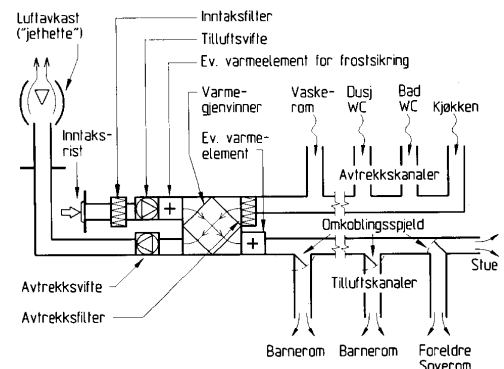
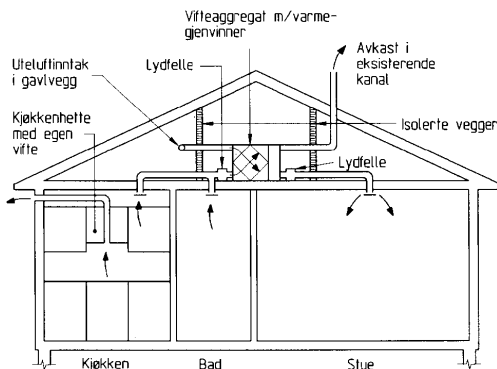
## A.3 Typer boligventilasjon

### **Balansert mekanisk ventilasjon med varmegjenvinning**

Balanserte ventilasjonsanlegg (Figur A.6) har to elektriske vifter, en for avtrekk og en for frisklufttilførsel, i tilnærmet like mengder. I kald klima har balanserte ventilasjonsanlegg en varmegjenvinner som overfører varme fra avtrekksluften over til tilluften. Dermed reduseres varmetapet i forbindelse med ventilasjon. Friskluft blåses inn i egne tilluftsventiler og trekkes ut gjennom avtrekksventiler i kjøkken, bad og toalett. Ventilasjonsaggregatet og kanaler bør være innenfor boligens isolasjonssjikt. Aggregatet kan f.eks. plasseres på isolert rom på loft, eller dekket av isolasjon. Kanaler og ventiler er ført til rommene gjennom loftsbjelkelaget. Alternativt kan vifte og varmeveksler plasseres i skap over kjøkkenhette, og kanaler kan føres til rommene i nedsenket himling. Sistnevnte løsning kan være mer støyende. Mindre aggregater har ofte ikke mulighet for å installere posefiltre av type EU7. Planfiltre eller elektrofiltre som tilsvarer EU7 standarden, tar derimot svært liten plass, og kan derfor få plass i mindre aggregater. Alternativt plasseres filteret eksternt i et filterhus i kanalsystemet. Aggregatet kan også plasseres i kjeller eller i et annet oppvarmet rom.

Denne type ventilasjonssystem gir vanligvis best og sikrest ventilasjon. For å få best mulig ventilasjon er det en betingelse at det er minst én avtrekksventil eller én tilluftsventil i alle rom som skal ventileres, og at ventilene er hensiktsmessig plassert og riktig innjustert. Hus med denne typen ventilasjonssystem kan og bør gjøres så tette som mulig etter som alle lekkasjer i slike hus utgjør et energitap.

Anslagsvis 48% av nye norske eneboliger har balansert ventilasjon <sup>/27/</sup>.



**Figur A.6**

Eksempler på balansert mekanisk ventilasjon. Bruk av omkoblingsspjeld er ikke vanlig men muliggjør behovsstyring av luftfordeling mellom rom, f.eks. å redusere tilluften til stue om natten til fordel for soverom.

## Mekanisk avtrekksventilasjon

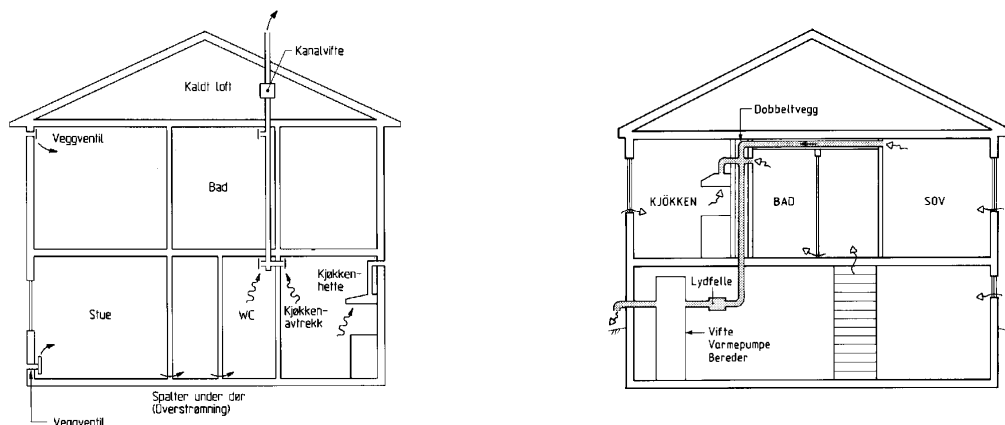
Luften suges ut gjennom ventiler på kjøkken og våtrom ved hjelp av en sentral vifte, mens friskluft tilføres via veggventiler i stue og soverom, og utettheter ellers i huset. Det bør være overstrømningsventiler mellom alle rom (ikke bare rom med friskluftventiler), med en effektiv lysåpning som er dobbelt så stor som friskluftventilene.

Med et slikt system vil bygningslekkasjene delvis kunne utnyttes ved at de inngår som en del av den nødvendige frisklufttilførselen. Dette skyldes at avtrekksystemet skaper et undertrykk inne, slik at det lekker luft inn gjennom utetthetene. Ved rimelig tette hus ( $n_{50} < 4$  oms/h), vil det være undertrykk i hele huset i store deler av fyringssesongen slik at ventilasjonen ikke er større enn den som fraluftsviften er innstilt på å gi (se Figur A.10).

Denne type ventilasjon gir mulighet for varmegjenvinning fra avtrekksluften ved f.eks. en varmepumpe som overfører varmen til varmt forbruksvann. Det må da stilles strengere krav til tetthet ( $n_{50} < 3$ ) for å sikre at minst mulig luft lekker ut gjennom bygningsskallet, da det bare er luften som skiftes ut via aggregatet som varmegjenvinnes (Figur A.7, høyre). Normalt brukes en 'luft-til-vann' varmepumpe, som overfører varmen til varmtvannsoppvarming. Ca. 95% av varmtvannsbehovet kan dekkes på denne måten. Det finnes relativt få installasjoner med denne typen varmegjenvinning; Sverige har de fleste.

Det er noen ulemper forbundet med avtrekksventilasjon, bl.a. trekk fra friskluftventilene om vinteren, mangel på filtrering, og mangelfull ventilasjon av soverom.

Anslagsvis 50% av nye norske eneboliger har avtrekksventilasjon.

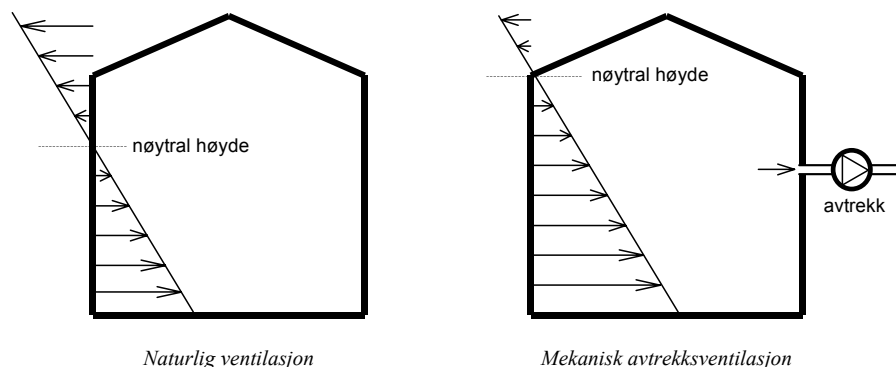


**Figur A.7**

Eksempler på mekanisk avtrekksventilasjon: Med eller uten avtrekksvarmepumpe.

## A.4 Luftlekkasjer (infiltrasjon og eksfiltrasjon)

Luftlekkasjer betegner den luften som trenger inn eller ut av boligen utenom det egentlige ventilasjonssystemet, dvs. gjennom utettheter i bygningskonstruksjonen, og sprekker rundt vinduer, dører og andre gjennomføringer. Trykkforholdene som driver luftlekkasjer gjennom bygget skyldes et samspill mellom termisk oppdrift (skorsteinseffekten), vind og ventilasjonsvifter. Skorsteinseffekten (Figur A.8) oppstår ved at varm inneluft og kaldere uteluft har forskjellige tettheter. Det fører til undertrykk nede i huset og overtrykk oppe. Kald uteluft suges inn nederst, mens varm inneluft presses ut øverst.



**Figur A.8** Skorsteinseffekten og virkningen av undertrykk i huset forårsaket av avtrekksventilasjon

Dersom en bygning har utetthetene jevnt fordelt over bygningskroppen, vil høyden opp til nøytralplanet bli ganske nær  $\frac{1}{2} h$ , uten virkning av vind og ventilasjonsanlegg. I virkeligheten, er takkonstruksjonen i moderne boliger ofte mindre tett enn resten av konstruksjonen, slik at nøytralhøyden ligger noe høyere. For bygninger med mekanisk avtrekk, eller naturlig avtrekk med sjakter av tilstrekkelig trersnitt, vil nøytralplanet ligge enda høyere, ofte i nivå med taket. Dette er fordi undertrykket i huset øker når avtrekksluftmengden øker, og nøytralsonen vil derfor stige. Dersom nøytralplanet er i samme høyde som friskluftsventilen i et rom i 2. etasje, vil rommet få neglisjerbar luftomsetning (verken inn- eller utstrømning) hvis ikke vinduslufting benyttes.

### Lekkasjetall ( $n_{50}$ ) / Tetthet / Spesifikk luftlekkasje

Lekkasjetallet er antallet luftvekslinger pr. time målt ved 50 Pa overtrykk eller undertrykk i huset. Det er målt med lukkede ventiler og avtrekkskanaler. Det er et globalt mål av de samlede lekkasjer i bygningsfasadene. Byggeforskriftene anbefaler et maksimum lekkasjetall på 4 oms/h ved 50 Pa.

I motsetning til vindus- og dørlufting, er infiltrasjon tilstede hele året. Infiltrasjonens bidrag til boligens totale luftomsetning estimeres med følgende formel (Vindus- og dørlufting kommer i tillegg til dette) :

$$n_{inf} = \frac{n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left( \frac{n_{til} - n_{avtr}}{n_{50}} \right)^2} \quad (\text{A.1})$$

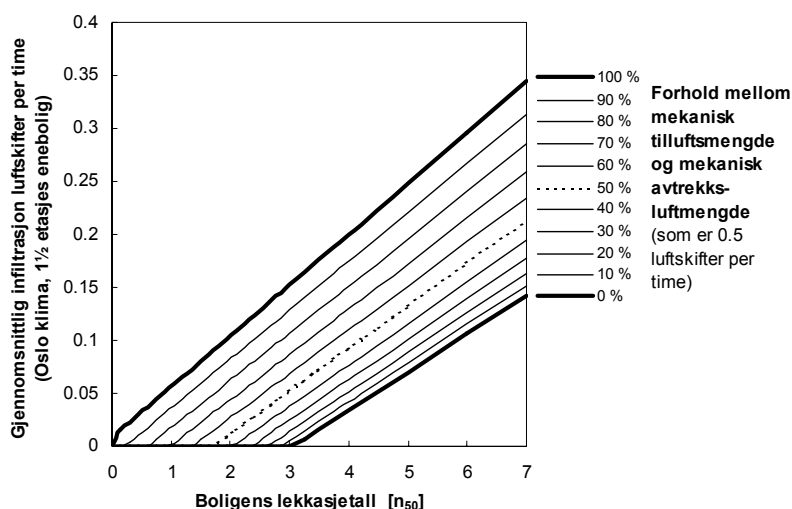
hvor:

- $n_{inf}$  er infiltrasjonens bidrag til den totale ventilasjonsluftmengden i boligen [oms/h]
- $n_{50}$  er boligens lekkasjetall i brukstilstand; dvs. inkludert lekkasje fra ev. åpne spalteventiler, veggventiler osv. For boliger med mekanisk avtrekksventilasjon er dette lik målt lekkasjetall (målt med ventiler stengt) pluss ca 1 oms/h. For naturlig ventilerte boliger er det pluss minst 2 oms/h.
- $n_{til}$  er tilluftsmengde fra ventilasjonsaggregatet (for mekanisk avtrekksventilasjon er dette 0) [oms/h]
- $n_{avtr}$  er avtrekksmengde fra ventilasjonsaggregatet [oms/h]
- $e, f$  er koeffisienter vedrørende skjerming, se Tabell A.1

**Tabell A.1**

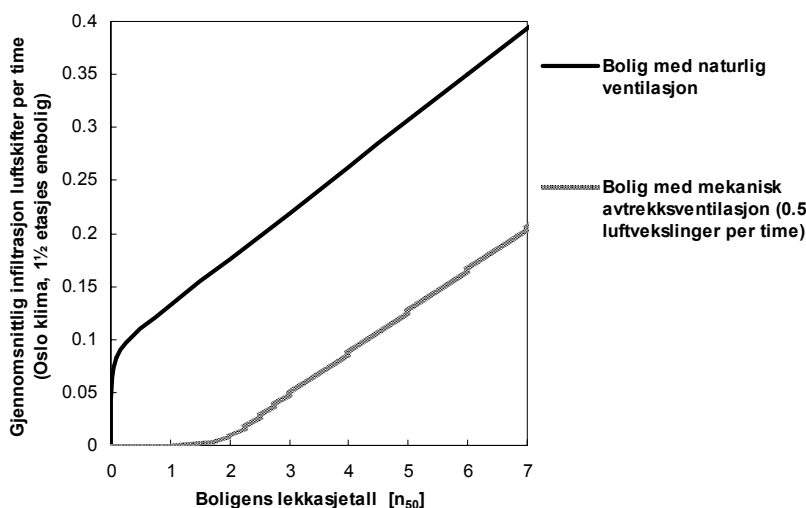
Koeffisienter  $e$  og  $f$  for beregning av infiltrasjon (NS-EN 832, <sup>/22/</sup>)

		Mer enn én utsatt fasade	Én utsatt fasade
Koeffisient $e$ skjermingsgrad	Ingen skjerming Utsatte bygninger i åpent landskap, høyhus i byer	0,10	0,03
	Moderat skjerming Bygninger utenfor bysentre med trær eller andre bygninger rundt, småhusområder	0,07	0,02
	Sterk skjerming Bygninger med middels høyde i bysentre; bygninger i skog	0,04	0,01
Koeffisient $f$	Karakteriserer i hvilken grad infiltrasjonen reduseres ved å sette boligen i undertrykk el. overtrykk	15	20



**Figur A.9**

Innvirkning av ubalanse mellom tiluftsmengde og avtrekksluftmengde på infiltrasjon, avhengig av boligens lekkasjetall. Denne kurven gjelder en bolig med spesifikk geometri og lokal klima, men stemmer i godt med Ligning (A.1).



**Figur A.10**

Innvirkning av boligens lekkasjetall på størrelsen av infiltrasjonsluftmengde, for både naturlig ventilasjon (vinduslufting ikke tatt med) og mekanisk avtrekksventilasjon. Kurvene gjelder samme bolig som i Figur A.9 men med forskjellige ventiler for hhv. naturlig eller mekanisk avtrekksventilasjon. Den stemmer i godt med Ligning (A.1). Merk at boligens lekkasjetall (x-aksen i denne figuren) er målt med lukkede veggventiler og avtrekkskanaler, mens plottet infiltrasjon (y-aksen) gjelder åpne ventiler og kanaler. Boligens lekkasjetall i brukstilstand (dvs. åpne ventiler) er lik målt lekkasjetall (med ventiler stengt) pluss ca 1 oms/h for boliger med mekanisk avtrekksventilasjon eller minst ca 2 oms/h for boliger med naturlig ventilasjon.





## B HVA SIER BYGGEFORSKRIFTENE OM BOLIGVENTILASJON?

Nedenfor er oppsummert de viktigste momenter som har betydning for innemiljøet og ventilasjonsløsningen i boliger/leiligheter, og som har hjemmel i *Plan- og bygningsloven* <sup>/3/</sup>. Kapittelhenvisninger nedenfor er hentet fra *Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK)* <sup>/4/</sup>, og *Ren veiledning til teknisk forskrift* <sup>/5/</sup>. Det er kun Plan- og bygningsloven og TEK som kan være hjemmel for krav. Veiledningen til TEK er departementets tolkning av forskriftene. Forskriften kan vel tolkes på andre måter og med andre resultat enn de som framkommer i veiledningen, men da skal det foreligge en akseptabel analyse. Veiledningen til Teknisk forskrift brukes ikke som hjemmel for krav til utførelse eller ytelse, kun som eksempel på hva som oppfyller lov- eller forskriftskrav, bortsett fra når de prosjekterende uttrykkelig har sagt at de legger veiledningen til grunn.

- §8-21 *Energi og effekt*: Må tilfredsstillende krav til varmetaps- eller energirammen.
- §8-22 *Tetthet*: Bygningskroppens tetthet for småhus og rekkehus: anbefalt maksimum spesifikk luftlekkasje (lekkasjetall) er 4 oms/h ved 50 Pa. For boliger med balansert ventilasjon anbefaler Norges byggforskningsinstitutt et lekkasjetall på 1.5 oms/h, siden dette gir den beste økonomien på lang sikt.
- §8-32. *Luftkvalitet*:
  - Luftkvaliteten i en bygning skal være tilfredsstillende. Inneluften skal ikke inneholde forurensninger i kjente skadelige konsentrasjoner med hensyn til helsefare og irritasjon.
  - Dersom uteluftens kvalitet ikke er tilfredsstillende (f.eks. pga. trafikk, industri) må uteluften filtreres før den tilføres bygningen. Luftfilteret bør da minst være klasse F7.
- §8-33. *Forurensninger*: Radonutsatte boliger bør ha ventilasjonssystem som skaper minimal undertrykk. Årsmiddel av radonkonsentrasjon i rom bør ikke overstige 200 Bq/m<sup>3</sup> inneluft
- §8-34. *Ventilasjon*:
  - Grunnventilasjon på minst 0.5 luftvekslinger pr. time i boliger, selv når boligen ikke er i bruk. (Byggforsk mener at ventilasjonsluftmengden kan reduseres til 0,15 l/s pr m<sup>2</sup> bruksareal [0,25 oms/h] når boligen forlates lengre enn én dag, for å redusere ventilasjonsvarmetap uten å forringe luftkvaliteten innendørs, bl.a. fordi lekkasjer i bygningskroppen bidrar til grunnventilasjon. Fuktproduksjon avtar når mennesker forlater huset i lengre perioder. Grunnventilasjonen skal da kun forhindre fuktskader og ventilere bort avgassing fra inventar. Infiltrasjon i boliger med balansert ventilasjon er større enn for boliger med mekanisk avtrekksventilasjon. Byggforsk mener også at man kan vurdere å ta infiltrasjon med i betraktning ved beregning av luftomsetning for boliger med balansert ventilasjon. Bidraget fra infiltrasjon bør i så fall ikke regnes større enn 0,10~0,15 oms/h. Her menes infiltrasjon gjennom lekkasjer, som oppstår hele året, og som kan estimeres med Formel (A.1) på side 38. Periodevis vinduslufting og dørlufting kommer i tillegg til dette).
  - Byggforsk anbefaler et tilleggskrav på *minst 7 l/s* friskluft per person i okkuperte soverom.
  - Tilførsel av 42-84 l/s til peis og annet åpent ildsted, som tilsvarer samlede uteluftåpninger på minst 300 cm<sup>2</sup>, godt fordelt i rommet eller som friskluftkanal direkte til ildstedet.

- Spesifisert avtrekksluftmengde fra våtrom og kjøkken, vist i tabellen under:

	Minimum [l/s]	Forsert [l/s]	
Kjøkken	10	30	Forsert fra avtrekkskappe
Bad	15	30	Ingen krav til forsert avtrekk hvis vinduer kan åpnes
Toalett	10	-	
Vaskerom & tørkerom	10	20	Ingen krav hvis åpen forbindelse til kjøkken. Ingen krav til forsert avtrekk hvis vinduer kan åpnes. Avtrekk til det fri fra tørketrommel uten kondensator.

- Ventilasjonsanleggets uteluftinntak plasseres slik at uteluften blir av best mulig kvalitet
- §8-42. *Beskyttelse mot støy fra installasjoner*: Grenseverdier for samlet lydtryknivå ( $L_{p,max}$ ) fra tekniske installasjoner (ventilasjonsanlegg, heiser, varmeanlegg, kjøleanlegg, sanitæranlegg o.l.) i samme bygning eller tiliggende bygning, samt kilder som drift av innendørs garasjer og felles parkeringsanlegg, som ikke kan styres av den berørte personen, som gitt i NS-8175 lydklasse C <sup>16/</sup>. Hvis en kan styre ventilasjonsanlegget i sin egen bolig, må disse anses som anbefalte grenseverdier og ikke forskriftskrav.

Type rom	PBL / NS 8175 ( $L_{max}$ )	NBIs anbefaling ( $L_{max}$ )
Soverom	32 dB(A), 47 dB(C)	27 dB(A)
Kjøkken	37 dB(A)	33 dB(A), max 45 dB(A) ved forsering
Oppholdsrom	32 dB(A), 47 dB(C)	27 dB(A)
Bad/ WC	37 dB(A)	33 dB(A)
Uteplass og utenfor vindu om natten	35 dB(A)	-

- §8-36. *Termisk inneklima*: Anbefalte krav til termisk komfort finnes i CEN CR 1752 <sup>17/</sup>. Tabellen under gir krav for klasse B. Alle kriteriene skal være oppfylt samtidig.

	Termisk komfort i kroppen som helhet	Lokalt ubehag på deler av kroppen			
		Trekk	vertikal temperaturforskjell (hode/føtter)	gulvtemperatur	Strålingstemperatursymmetri
Krav	-0.5<PMV<+0.5	DR < 20%	< 3°C	19 - 29°C	Kald vegg <10°C Varm vegg <23°C Kald himling <14°C Varm himling <5°C
(% misfornøyd)	(< 10%)	(< 20%)	(< 5%)	(< 10%)	(< 5%)
Referanse i byggdetaljblad 421.501	Fig.232	Fig.253	Fig.211	Fig.27	Fig.223

- §8-6. *Drift, vedlikehold og renhold*: Tekniske anlegg skal være tilrettelagt for effektiv drift og enkelt og effektivt vedlikehold og renhold
- §9-3. *Tekniske krav til ventilasjonsanlegg*: Her stilles krav til bl.a. tettheten og brannsikkerheten til kanaler og aggregater.
  - Det anbefales kanaler av varmforsinket stål (spirokanaler). Disse er fordelaktig både med hensyn til luftkvalitet, rengjøring, bestandighet, vedlikehold, og brann. For tilpasning mellom ventil og stålkanal kan det benyttes fleksible kanaler av aluminium begrenset til små avstander og innenfor en og samme branncelle. Utover dette bør fleksible kanaler ikke benyttes.
  - For tekniske krav til selve ventilasjonsaggregatet, har Byggforsk utarbeidet forslag til kravdokument for Teknisk Godkjenning <sup>15/</sup>.

## C SPØRRESKJEMAER

Følgende to spørreskjemaer ble benyttet:

1. Hovedspørreskjema, som alle kunne fylte ut. Denne fantes både i elektronisk form (en webside) og i papirversjon som Forbruker-rapporten sendte i posten til interesserte
2. Tilleggsspørreskjema, for tilleggsopplysninger fra de som allerede hadde fylt ut hovedspørreskjema, som ble hovedsakelig fylt ut i elektronisk form (en webside)



## Spørreskjema om boligventilasjon med varmegjenvinning

Forbruker-rapporten garanterer at svar og navneopplysninger vil bli konfidensielt behandlet og makulert/slettet etter avsluttet undersøkelse. Personlige opplysninger brukes bare i trekningen av fem flotte premier. Hvis du har spørsmål angående spørreskjemaet, kan du kontakte siv.ing. [Sven M. Bjørnson](#) (Forbrukerrapporten) tlf 67-599757 eller dr.ing. [Peter G. Schild](#) (Byggforsk) tlf 22-965854.

### Om produktet og installasjon

1. Produsent (merkenavn) eller leverandør av ditt ventilasjonsaggregat.	<input type="text"/>
2. Modell-nummer/navn på ventilasjonsaggregatet.	<input type="text"/> ( <input type="checkbox"/> Vet ikke )
3. Hvilket år ble ventilasjonsanlegget installert i din bolig?	<input type="checkbox"/> Samme år boligen ble bygget . Annet år: <input type="text"/>
4. Hvilket år ble din bolig bygget (cirka)?	<input type="text"/> ( <input type="radio"/> Vet ikke, men før 1990. <input type="radio"/> etter 1990 )
5. Boligareal (dvs. cirka bruksareal)	<input type="text"/> m <sup>2</sup> . ( <input type="radio"/> Vet ikke, men typisk Husbank bolig. <input type="radio"/> stor enebolig )
6. Hvilke type luftkanaler har dere?	<input type="radio"/> Stive stålkkanaler. <input type="radio"/> Kun fleksible aluminiumskanaler. <input type="radio"/> Vet ikke
7. Hvor er aggregatet plassert?	<input type="radio"/> Varmt rom/bod/loft. <input type="radio"/> Kald loft. <input type="radio"/> Over kjøkkenhette . Annet: <input type="text"/>
8. Går kjøkkenhette-avtrekksluft gjennom varmegjenvinneren?	<input type="radio"/> Ja. <input type="radio"/> Nei - ut gjennom separat avtrekksvifte til yttervegg. <input type="radio"/> Nei - resirkulert gjennom kullfilter. <input type="radio"/> Har ingen kjøkkenhette. <input type="radio"/> Vet ikke

### Om vedlikehold

9. Er anlegget lett å vedlikeholde? (Dvs. forklarer bruksanvisningen godt hvilke periodiske vedlikehold huseieren selv skal utføre, og er aggregatet lett tilgjengelig?)	<input type="radio"/> Meget lett. <input type="radio"/> Ganske lett. <input type="radio"/> Ingen mening. <input type="radio"/> Litt tungvint. <input type="radio"/> Meget vanskelig
10. Har ventilasjonsanlegget et filter for å rense tilført friskluft?	<input type="radio"/> Ingen filter. <input type="radio"/> Grovt filter (vaskbar skum e.l.). <input type="radio"/> Planfilter (type EU3 e.l.). <input type="radio"/> Posefilter (type EU7 eller bedre). <input type="radio"/> Elektrofilter . Annet filter: <input type="text"/> . <input type="radio"/> Ja, men vet ikke hvilken type. <input type="radio"/> Vet ikke
11. Hvor ofte bytter/vasker dere ovennevnte luftfilter?	<input type="radio"/> 2 ganger årlig eller oftere. <input type="radio"/> Hvert år. <input type="radio"/> Hvert 2 år. <input type="radio"/> Sjeldnere. <input type="radio"/> Ikke gjort ennå
12. Hvor får dere tak i luftfilter for ventilasjonsanlegget?	<input type="radio"/> Automatisk leveranse med filterabonnement. <input type="radio"/> Kontakter leverandør eller installatør. <input type="radio"/> Fra en butikk . Annet: <input type="text"/>
13. Er det lett å få tak i luftfilter for ventilasjonsanlegget?	<input type="radio"/> Meget lett. <input type="radio"/> Ganske lett. <input type="radio"/> Ingen mening. <input type="radio"/> Litt tungvint. <input type="radio"/> Meget vanskelig
14. Hvor ofte rengjør dere ventilasjonsaggregatet?	<input type="radio"/> 2 ganger årlig eller oftere. <input type="radio"/> Hvert år. <input type="radio"/> Hvert 2 år. <input type="radio"/> Sjeldnere. <input type="radio"/> Ikke gjort ennå
15. Har dere en serviceavtale?	<input type="radio"/> Nei - men kunne tenke oss. <input type="radio"/> Nei - ikke ønskelig. <input type="radio"/> Ja - meget fornøyd. <input type="radio"/> Fornøyd. <input type="radio"/> Ingen mening. <input type="radio"/> Misfornøyd. <input type="radio"/> Meget misfornøyd . Kommentarer: <input type="text"/>
16. Har dere hatt tekniske problemer med anlegget?	<input type="radio"/> Nei. <input type="radio"/> Ja . Hvilke problemer: <input type="text"/>

**Om drift**

17. Hvilken driftsstilling (viftetrinn) pleier dere å ha anlegget på?	<input type="radio"/> Min. <input type="radio"/> Normal. <input type="radio"/> Max. <input type="radio"/> Luftmengde er automatisk styrt, avhengig av luftfuktighet eller forurensningskonsentrasjon . Annet: <input type="text"/> <input type="radio"/> Vet ikke
18. Er bruksanvisning (installasjon, drift, feilsøking) og betjeningspanel forståelig?	<input type="radio"/> Meget bra. <input type="radio"/> Tilfredsstillende. <input type="radio"/> Ingen mening. <input type="radio"/> Noe uforståelig. <input type="radio"/> Veldig dårlig forklart. <input type="radio"/> Ble levert uten bruksanvisning
19. Er det lett å følge med på, og forstå, aggregatets funksjon og status (indikatorer for filterbytte, luftmengde, frostbeskyttelse)?	<input type="radio"/> Meget forståelig. <input type="radio"/> Forståelig. <input type="radio"/> Ingen mening. <input type="radio"/> Noe mangelfull eller komplisert. <input type="radio"/> Ikke nyttig . Kommentarer: <input type="text"/>
20. Kan dere tilpasse anlegget for sommerdrift? (Det skal være mulig å koble ut varmegjenvinning om sommeren.)	<input type="radio"/> Ja - lettvent. <input type="radio"/> Ingen mening. <input type="radio"/> Det er mulig men har aldri gjort det. <input type="radio"/> Nei - det er umulig. <input type="radio"/> Forstår ikke spørsmålet

**Om funksjonaliteten**

21. Er dere fornøyd med luftkvaliteten i boligen?	<input type="radio"/> Meget fornøyd. <input type="radio"/> Fornøyd. <input type="radio"/> Ingen mening. <input type="radio"/> Ikke fornøyd. <input type="radio"/> Meget misfornøyd
22. Åpner dere vinduer på soverom om natten?	<input type="radio"/> Hver natt hele året, åpent mer enn 5 cm. <input type="radio"/> Hver natt hele året, sprekk mindre enn 5 cm. <input type="radio"/> Av og til. <input type="radio"/> Bare om sommeren. <input type="radio"/> Aldri
23. Har dere hatt trekkproblemer (kald luft fra friskluftsventiler)?	<input type="radio"/> Nei. <input type="radio"/> Litt. <input type="radio"/> Det er ofte ubehagelig . Kommentér hvor og når dere har trekkproblemer: <input type="text"/>
24. Har dere problemer med ventilasjonsstøy på soverom eller oppholdsrom?	<input type="radio"/> Nei. <input type="radio"/> Litt. <input type="radio"/> Støyen er svært sjenerende
25. Har dere problemer med ventilasjonsstøy på bad, WC, vaskerom eller kjøkken?	<input type="radio"/> Nei. <input type="radio"/> Litt. <input type="radio"/> Støyen er svært sjenerende
26. Totalt sett, er dere fornøyd med ventilasjonsanlegget?	<input type="radio"/> Meget fornøyd. <input type="radio"/> Fornøyd. <input type="radio"/> Ingen mening. <input type="radio"/> Ikke fornøyd. <input type="radio"/> Meget misfornøyd.
	<input type="text"/> Evt. skriv andre kommentarer her:

**Tusen takk for din tilbakemelding.****Ditt navn****Din adresse**

# 3 tilleggs-spørsmål om boligventilasjon med varmegjenvinning

Dette skjema kan besvares hvis du har hatt et ventilasjonssystem med varmegjenvinning i din bolig i minst ett år. Hvis du har spørsmål angående spørreskjemaet, kan du kontakte Siv.ing. [Sven M. Bjørnson](#) (Forbrukerrapporten) tlf 23-400526 eller Dr.ing. [Peter G. Schild](#) (Byggforsk) tlf 22-965854. Skjemaet sendes tilbake til oss i vedlagt frankert konfulutt. Dersom du har tilgang til Internett kan du alternativt fylle ut spørreskjemaet direkte på webadressen <http://www.byggforsk.no/Prosjekter/INST/BoligVent/tilleggsskjema.asp> Resultatene skal publiseres i september-utgaven av Forbruker-rapporten.

## Spørsmål 1 : Merker du at luften blir tørr om vinteren?

Indikasjoner på dette er f.eks. innendørs planter ikke trives eller dør; sprekker i trevirke (boller/møbler osv.) som er mer tydelig om vinteren; mer svevestøv; kroppslige plager grunnet tørr luft (f.eks. tørr klørende hud, irritasjon i øyne/luftveier); evt. litt mer statisk elektrisitet

- Nei
- Bare litt (d.v.s. nesten ikke merkbar)
- Ja

## Spørsmål 2 : Merker du at luften til tider blir for fuktig?

Tegn på dette er f.eks. mere enn 1 cm dugg på innsiden av vanlige isolerglassvinduer; fukt eller mugg i vinduer, badeværelse eller på kalde yttervegger evt. bak skap/sofaer/veggtepper mot yttervegg; dører og skuffer som binder; avskallet maling

- Nei
- Bare litt (d.v.s. nesten ikke merkbar)
- Ja

## Spørsmål 3 : Energiforbruk

Hva var boligens totale energiforbruk i år 2000? Dette beregnes ved å summere energi oppgitt på strømregningene fra i fjor. Hvis dere bruker olje e.l. for fyring, oppgi i stedet mengde og type brensel. Hvis du ikke kan svare på dette spørsmålet kan du i stedet oppgi navnet på E-verket slik at vi kan forsøke å undersøke på dette selv.

- Strømforbruk siste året  kWh
- Brenselforbruk siste året: type  og mengde samt målenhet
- Strømlleverandør (E-verk)  og helst også din målnummer/kundenummer\*

(\* dette er spesielt viktig dersom du ikke oppgir postadressen nederst på skjemaet)

### Tilleggsinfo relatert til energiforbruk

For å sammenligne deres energiforbruk med det normale energiforbruket for en bolig av din type i klimaet der du bor, må vi få vite litt ekstra informasjon

- Din fylke/kommune
- Velg type bolig:  Enebolig  Tomannsbolig  Rekkehus  Leilighet
- Er boligen isolert/etterisolert?:  Ja  Nei
- Hvor mange personer bor i boligen:

Hvis du har generelle kommentarer relatert til de øvernevnte spørsmål, kan du skrive dem her

**Ditt navn**

**Din postadresse**

**Din e-mail adresse (opsjonelt)**

Disse personlige opplysninger brukes bare for å koble dette skjema til ditt tidligere utfylt skjema. Forbruker-rapporten garanterer at svar og navneopplysninger vil bli konfidensielt behandlet og makulert/slettet etter avsluttet undersøkelse

Tusen takk for din tilbakemelding !





## D KOMMENTARER FRA UTFYLTE SPØRRESKJEMAER

### D.1 Generelle kommentarer

*Jeg vil kalle dette anlegget for en katastrofe.*

*Etter 9 års drift med mye problemer og reparasjoner på anlegget, er det nå slått av på grunn av en feil som ikke er funnet ut av ennå. (det kommer luft inn med 14-15 grader).*

*En mulig årsak er lekkasje på loftet på avtrekks kanaler, (Alukanaler sprukket inni isolasjons strømp?, umulig å kontrollere).*

*Jeg vurderer nå hva jeg skal gjøre med dette for å få det i drift igjen, og er kommet til følgende:*

*-Anlegget har nå vært i drift i nesten 9år. Dette tilsier at viftemotorer har fått mellom 70-80.000 drifts timer, og nærmer seg nok livets ende. (spjeldmotorer er som nevnt over skiftet svært ofte). Varmevexlerkammer er ikke mulig å rengjøre, slik at eff*

*-Utskifting av anlegget og kanalnettet vil være en betydelig kostnad, slik at ev. sparte strømutfgifter med et slikt anlegg må være oppspist mange ganger av driftskostnadene med det.*

*Utskifting av kanalnett og nytt aggregat vil ligge i størrelses orden 25.000,- til 40.000,-, avhengig av løsning som velges.*

*Dette tilsier med mine erfaringer at kostnadene pr. år kommer opp i mot 5.000,- kroner. Spart på strømregningen ligger vel i området 500,- kroner.*

*Kvalitets kravene til slike anlegg må heves betydelig, slik at en må kunne forvente at:*

*-Anlegget i seg selv må ha levetid min 20år.*

*... Har skiftet ut det første anlegget type [red.] etter 10 år. Det har da vært så mye problemer at det ble i overkant. Dette er nå erstattet av varmpumpe type [red.], Jeg lurar på hvor mange år denne vil leve... (Dette virker som det aldri er tatt hensyn til i såkalte "ENØK reknestykker"). En annen ting jeg ser er at kanalnettet, og da spesielt avtrekkskanaler, er så fulle av skitt (avleiret støv), at de burde vært skiftet. Kanalene som ble installert den gangen, og som jeg ser at byggefirmaet bruker i dag også, er såkalte alu-flex ferdig isolerte, flexible kanaler. Disse lar seg ikke rengjøre, og må derfor skiftes. Dette er heller aldri med i såkalte "ENØK reknestykker". Mine erfaringer er at dette er et meget kostbart system over tid i en bolig. Levetid på disse systemene må bli et tema. Kanal nett som legges opp av byggfirmaer, hvor ofte må dette skiftes? Flexible kanaler kan ikke rengjøres, og avtrekk blir fulle av støv fort. Min erfaring etter 10 års drift er at dette er meget kostbare systemer i en bolig. Jeg har nå skiftet hele anlegget som ble installert i 1991, grunnet mye problemer. Er det slik at levetid over 10 år ikke bør påregnes (akkurat som ved hvitevarer), i så fall må slike aggregater installeres slik at de kan skiftes ut like lett som en komfyr.*

*Firmaet som leverte anlegget [red.] AS foreslo tilluft på bad, wc, kjøkken og vaskerom. De foreslo avtrekk på soverom og stue. Jeg kjente en person som jobbet i dette firmaet som hjalp meg med monteringen på sin fridtid. Han sa at dette var feil og monterte anlegget med avtrekk fra bad, wc, vaskerom og kjøkken. Tilluft ble lagt opp til soverom og stue. Hadde det ikke vært for han ville jeg hatt et anlegg som var ubrukbart. Jeg har gjort noen forbedringer siden anlegget ble installert. Har montert filterboks. I tillegg gikk rørene gjennom himling uten og monteres i ventilrammer. Dette førte til utette gjennomføringer. Har satt opp ventilrammer i ettertid og tettet da overgangen innvendig i kanalene med silikon. Sommeren 1999 flyttet en kamerat inn i nytt hus. Hans anlegg ble levert med sommerblokk. Da han skiftet fra gjenvinner til sommerblokk ble det mye kjelligere på soverommene. Jeg kommer også til å anskaffe meg dette før sommeren. Hadde jeg visst bedre den gang jeg bygde ville jeg ikke ha gjort disse tabbene, noe jeg burde ha blitt informert om fra forhandler.*

*Anlegget er sannsynligvis ett av de første? montert i bolighus i Norge. Tørr platevexler med 1800 W element med innkopling ved ca. 17 grader C på tilluft. Dobbel overhettingskydd montert foran vifter. Jeg har montert anlegget selv. Totalkostnad med kanaler, ventiler og støvfeller var ca. kr. 7500,- i 1977. Anlegget ble anbefalt av Norsk Viftefabrikk's ingeniører da jeg tok kontakt for å få vurdert mekanisk avtrekk fra vâtrom, toalett og kjøkken. Ble forespeilet store kostnader til oppvarming ved rent avtrekksanlegg, og anbefalt anlegg med gjenvinner. Anlegget var på dette tidspunktet helt nytt, kun montert i få prøvemoduler i Sverige/Norge?. Godkjent av NEMKO året etter. Jeg/vi er svært fornøyd etter 20 års drift. Ikke en driftsfeil på disse årene. Vi kunne ikke tenke oss et liv uten ventilasjon. Har anbefalt alle kjente å ta denne kostnaden med i byggeregnskapet, men dette har sjelden gitt resultater.*

*... Regner ikke med noen vesentlig innsparing i energibruk etter 20 år med v.gj.vinner, men dersom vi skulle prioritere samme kvalitet på innemiljø UTEN gjenvinner ville kostnadene til oppvarming øket betraktelig. Dessuten er luften alltid ren, rimelig støvfri og med lukkede vinduer er det sjelden/aldri innsekter i huset.*

*Har ettermontert vent.anlegg for å redusere konsentrasjon av radongass (260Bq/m3). Kontrol-måling foretas i disse dager.*

*Kommentar - vent.syst. m/varmegjenvinning som ENØK-tiltak: Målinger foretatt før og etter installasjon (ute-temp Ogr./inntemp.20gr./tap varmegj.inkl.kanaler 3-4gr.) viser noe lavere strømforbruk (ca10%). Selv om jeg taper mindre pr. luftskifte nå, er antall luftskift pr.døgn antageligvis mangedoblet, slik at vinning går opp i spinningen. Denne effekten glemmes bevisst av forhandlere for å få regnestykkene til å se penere ut. Hadde jeg installert systemet ut ifra ENØK hensyn, hadde jeg klart vært skuffet.*

*Vdr. tørr luft i boligen, er det ingen endringer før og etter ventilasjonssystemet ble installert. Boligen ligger i innlandet og luften blir generelt tørr vinterstid (20-25%).Som nevnt i tidligere besvarelse har strømforbruket kun sunket med underkant av 10%. Økt utskiftingsfrekvens ift. mekanisk ventilasjon bidrar til å holde strømforbruket oppe.*

*Anlegget vart montert fordi kjøkkenvifta, som etter instruksen skulle gå heile tida, skapte undertrykk i huset(kanskje pga. for små ventilar). Det vart for dårleg trekk i omnen, av og til med røykutslag, og ofte med sotlukt i huset når det ikkje vart fyra. Den oppvarma friske lufta kjem inn på gang og soverom i 2. et., og kjem ned trappa til stue, soverom, kjøkken, vaskerom og bad/wc i første etasje. Første året etter montering gikk aggregatet [red.] heile tida, kjøkkenvifta etter behov. Ein hadde da inntrykk av at varme-tapet gjennom ventilasjonslufta var*

like stort som da kjøkkenvifta gikk kontinuerleg. Når vi er berre to i huset går viftene etter behov. Med omkring 5 personar i huset går vifta heile dagen. Straumforbruket har gått ned i forhold til kontinuerleg drift.

Kjører nå ventilasjonsanlegget berre ved behov dvs. ved dusjing, bruk av do, når vi kjenner at lufta er dårleg og når vi har gjester, altså når det er meir enn oss to i huset.

---

Da jeg fikk anlegget ble det anbefalt montert på kaldloft. Det ble ikke nevnt noe om problemet med tilfrysing når temp. faller under -15 grader. Det skjedde et par ganger at kondensavløpet frøs, med en mindre vannlekkasje som resultat. (kunne gått verre om jeg ikke passet nøye på selv da jeg etter hvert ble klar over problemet) Flyttet derfor aggregatet til vaskerom i kjelleren og problemet er eliminert. En slik løsning burde også vært et anbefalt alternativ fra leverandøren i utgangspunktet. Anlegget er også lettere å vedlikeholde der. Har nylig byttet begge viftene da de gamle var utslitt. Hadde faktisk ikke forventet at de skulle holde så lenge. Det er jo egentlig ikke noen feil, men har tatt dette med under tekniske prob. Er meget fornøyd med anlegget. Det eneste jeg har å utsette på kjøpet er som nevnt den noe dårlege veiledningen mht. plassering av gjenvinneren, og de problemer plassering på kaldloft representerte.

---

Hei!

Ja som dere ser har jeg nå bodd i huset i ett år og er veldig godt fornøyd med anlegget. Jeg kjøpte aggregat og sentralstøvsuger og monterte dette selv. Jeg la opp spirokanaler og brukte noe fleksibel slange på loftet. Alle kanaler på loftet er isolerte. Når jeg i ettertid ser hva det kostet så er det svært dyrt og jeg tror ikke jeg ville gjort denne investeringen om jeg hadde høist kostnaden på forhånd.

Anlegget styrer jeg av og på vha. Nobø-sentral. Det er ikke behov for å la anlegget gå når vi ikke er hjemme og når vi sover. Vi sover alltid med vinduet litt åpent. Fordelen med dette er at driftsutgiftene går ned, Strømforbruket blir lavere, lenger levetid på filter, reimer, motorer osv. På bad og vaskerom har jeg ekstra avtrekksvifter som går når vi f.eks. dusjer. Dette for ikke å få så mye fuktighet i kanalnett og aggregat.

---

Anlegget er installert i forbindelse med oppussing/ombygging av boligen. Vi har en datter som er meget allergisk (+ astma), slik at det er for å få filtrert luften vi har montert dette, ikke så mye for varmegjenvinningsdelen.

... Ingen nedgang i strømforbruk etter installasjon av varmegjenvinner. Strømforbruket har heller øket. Hvor er effekten av varmeveksler ??? Det er forferdelig tørr luft inne om vinteren. 50 år gammel panel har sprukket flere steder etter montering av v.gjenv. På ovenstående punkter er vi meget misfornøyd. Monteringen svarte ikke til forventningene. Den eneste fordelen for vår del er at vi har en rask utskifting av luften inne. [bosted Alta]

---

Kunne gjerne vore eit hakk større når det gjel kapasitet. Det var "godt nok" i forhold til det som er anbefalt (2 x timen, men det kunne godt vore meir.

... Vebtilasjonsanlegget er ein Enervent TS-300 kammereveksler. Huset har grunnflate på 115 m<sup>2</sup> (brutto), ca. 200 m<sup>2</sup> boareal fordelt på to etasjer. Det er installert vannboren golvvarme i begge etasjer. Huset vart nyoppført i 1996. Eg har tenkt på å installere varmepumpe, men det kostar meir enn det smakar... Ei avskrivningstid på opp mot 10 år er i meste laget. Forslag: kanalisere elavgifta som tilskot til varmepumper. Kvi for skal denne avgifta ikkje kunne brukast til å fremma alternativ og samfunnsparande energi ?

---

Vedrørende støy, er det litt sus når kammerne skifter på luftretningen. Men det blir en vane, og høres ikke lenger. Anlegget ble montert ved bygging, men har bare vært i drift et år.

Jeg har ennå ikke klart å isolere taket innvendig. Så forbruket er vel egentlig "feil". Har ellers en temperatur i stuen på ca. 17,5 Grader. (Viking). Er ellers veldig fornøyd med systemet (Enervent 200). Eksempel i dag: utetemp. 15,5 -- innentemp 20 -- innblåsingstemp fra varmegj. 22,3. Et bad med 25 grader.

---

savner muligheten til å skru av anlegget via kontrollpanelet ( må på loftet og trekke ut kontakten om det skal slås av på sommeren da fleste vinduer og dører står mye åpent)

---

Generelt meget godt fornøyd med anlegget. Luftkvaliteten i huset er merkbart MYE bedre enn med et vanlig avtrekksanlegg. Det er heller ingen merkbart støy i fra anlegget. Vi har ikke hatt behov for å åpne soveromsvinduer etter vi flyttet inn, og det finnes ingen "sovelukt". Eneste problemet er vel at du blir bortskjemt av luftkvaliteten, slik at du får problemer i større lag i hus uten annet en naturlig ventilasjon. Det er i hvert fall min erfaring.

---

Anlegget er for komplisert (umulig) å vedlikeholde. Varmevexler tetter seg da avsugsluften ikke blir filtrert. Varmevexler kan ikke tas ut for rengjøring. Ved lengre kuldeperioder (under -15 grader) iser det på vinduene. Anlegget burde vært skiftet ut med et som har noe større kapasitet og filtrert avsugsluft. Ellers er virkningsgraden meget god så lenge anlegget er rengjort.

---

Aggregater for to leiligheter står ved siden av hverandre, brukt luft suges inn. Det er ingen inspeksjonsluker i kanalsystemet som derfor vanskelig kan rengjøres. Til tross for filtrering av tilførselsluft, er luften uren og inneholder støv utover det vanlige. Plassering og utførelse av kanaler er feilaktig og bidrar til dårlig resultat. Ellers mener jeg produktet er bra, men så lenge det er gjort prosjekteringsfeil, er det ikke godt nok.

---

På grunn av ekstrem veiforurensning er boligen helt forsegle. Vi lufter kun via anlegget, og bytter filter 6 ganger i året. Byttet nå til større anlegg, men har ingen erfaring ennå. Har også en kommentar til spørreskjemaet: Svaralternativene til spørsmål 20 er klønete. Situasjonen er følgende: "Ja, vi bruker sommerdrift, men det er vanskelig".

Varmevexleren har ikke stor nok kapasitet, og er nå under utskifting.

---

Grunnen til kjøp av [...] kammervarmegjenvinner var høy virkningsgrad (opptil 90%). Viktig med isolering av luftkanaler for maksimal gjenvinning, merket stor forskjell på innluft før og etter.

---

Vi benytter anlegget som oppvarming av hele boligen unntatt bad/vaskerom (varmekabler) og kjeller (1 elektrisk oven). Vi hadde også anlegg tidligere som ble installert samtidig med huset men det havarerte i fjor høst. Varmepumpegjenvinneren [red.] er koblet sammen med et 6 KW El-batteri som slår inn dersom anlegget alene ikke klarer å holde høy nok temperatur i huset.

---

Kunne tenke meg trinnløs regulering av viftehastigheten og fjernstyrt temperaturregulering av innluften.

Da vår bolig er forholdsvis liten er kapasiteten på vifta ved laveste hastighet for stor, slik at det ville vært ønskelig med mulighet for og senke viftehastigheten ytterlig.

Skal kontakte leverandør om senking av viftehastighet er mulig.

---

Når det gjelder støyproblerne er disse avhengig av driftsinnstillingen. Siden aggregatet er plassert på kjøkkenet blir ventilasjonsstøyen betydelig dersom aggregatet kjøres opp. Dette er årsaken til at vi stort sett benytter det på laveste driftsinnstilling. Vi setter opp hastigheten på natta mens vi sover.

---

Etter 5 års drift har det avleiret seg en del støv og skitt i kanalene. Finnes det noe system for å få rengjort dette? Hadde også gjerne sett at vi ble informert om produktutvikling på området, særlig hvis det åpner seg muligheter til å modifisere eksisterende anlegg med nyere og bedre teknologi.

---

Vi angrer på at vi ikke valgt stålkanaler, men vi vart ikke opplyst om at vi kunne velge dette.

Vi er skeptisk til korleis det er å reingjere fleksible rør.

---

Bor ved svært trafikkert vei. Har installert nye vinduer med meget bra karmtetting. Har litt overtrykk i boligen. Har sentralstøvsuger. Fra nødvendig støvsuging ukentlig er dette etter nevnte tiltak kun nødvendig ca hver 3. - 4 uke.

---

For di tilluftsmengde reguleres automatisk etter utetemperatur, kommer vi av og til i den situasjonen at det blir for varmt på soverom. Dette kan løses ved å koble ut denne automatikken, men da kan det lett bli for kaldt... Problemet er størst når det er kaldt ute.

---

1. året kjørte vi på "normal" luftmengde og brukte totalt ca 40 000 kWh til (vi har radiatorer og oljefyrkjele, men bruker bare en 7 kW varmekolbe i kjelen, av praktiske grunner). Senere har vi kjørt på "minimum" og har deretter ligget på 20-23 000 kWh/år.

---

vi har en person med gresspollen allergi anlegget fjerner mye av plagene om sommeren. Det er alltid frisk lurt i huset. vi fyrer med ved og det går greit, men vi må bruke luftfukter når det er kaldt(-5+), setter den på 35% luftfuktighet:

---

Anlegget er ikke innregulert. Så vidt meg bekjent vert ventilasjonsanlegg i boligar ikke innregulert. Det vil igjen sei at det er ingen kontroll kvar lufta tek vegen, og om det totalt sett er overtrykk eller undertrykk i bygget.

---

Det er for mye trekk, blir lett forkjølet. Det blir for kaldt i rommene. Når vi slår av ventilasjonen, blir det varmere i rommene.

---

Vi valgte skaputførelse av aggregat og plasserte dette på vegg i vaskerom. Dette gjør anlegget meget lett tilgjengelig for drift og vedlikehold. I tillegg er jeg selv teknisk intresert og følger derfor opp med rengjøring.

---

Det er kun 2 mnd. siden vi flyttet inn. Vi har enda ikke fått noen til å justere/balansere anlegget. Det er i noen rom ikke installert lydfeller (kjøkken) Er ikke det samme betjeningspanelet som i brukerveiledningen!!!!

---

Aggregatet er en kammereksler med relativt høy virkningsgrad. Har periodevis ført statistikk over utetemperatur/kanaltemperatur. Kanaltemp på tilluft har aldri vært lavere enn 14,8° dette målt ved -16°C utemp.

---

Vi synes ikke anlegget gir tilstrekkelig luft i normal stilling. Lufttilførsel på soverom ikke god nok. Må ofte åpne vinduer for å få frisk luft. Vi lurar på anlegget leverer de luftmengder som det er forutsatt.

---

Støyen fra vifta kan virke sjenerende utendørs, men vi trøster oss med at det er noe en blir vant til etter en stund - akkurat som luftstrekk av telefon- og strømkabler... og det er vel lite å gjøre med det.

---

Aggregatet [red.] var forholdsvis dyrt i anskaffelse, men merkostnaden sparte vi inn i løpet av 2 sesonger

Et helt fantastisk anlegg som gir en meget behagelig og jevn luft i boligen. Anbefales på det varmeste!

---

Microbrytere i stykker hvert 4.år, kontrollenheten holdt 5-6 år, AL-kanaler trækkes i stykker når apparatet vedlikeholdes. Ulempe at service krever tilgang både fra loft og fra stige utenfor huset.

---

Luftkvaliteten i boligen virker meget bra. Men om varmegjenvinningen virkelig er noe å snakke om, er jeg mer usikker på. Leverandørens skryt er neppe særlig pålitelig. Fint om DET kunne undersøkes.

---

---

Anlegget støyer mye ved avtrekk når det går på normal drift - antar at dette har sammenheng med at anlegget er dimensjonert for innredet loft hvor vi midlertidig har plombert avtrekk/tilluft.

---

Betjening av termostat sitter på loftet, og er vanskelig justerbar. Burde vært nede.  
Litt dårlig avtrekk fra wc og bad i underetg og 1 etg. Bør nok ha større kanal dit.

---

Merker stor forskjell på inneklima fra tidligere boliger. Dette merkes også ved overnatting på andre steder uten ventilasjon / eller gammelt hotell ventilasjonsanlegg.

---

Termostat for ettervarmebatteri burde vært plassert uavhengig ( et annet sted i rommet, eller et annet rom ) av varmegjenvinnings anlegget

---

Anlegget ble levert av de som bygde huset. Slett oppfølging derifra, dog om det låg med sjekklister og opplæringsnotater fra produsenten [red.]

---

Lite hensiktsmessig plassering. Viftene vanskelig ved rengjøring. Ingen indikator ved tett filter eller ising. [Loftmontert aggregat, Red.]

---

Inntaket fryser ved -10 når anlegget står på varmegjennvinning, må skru på kjøling for å tine det opp igjen.

---

Har installert selv, noe probl. Med støy i starten, men montert støyfeller etter aggr. + ved hver ventil.

---

Leverandørens folk virker ikke helt profesjonelle. I stille vær trekker undertiden matos inn i boligen.

---

Det vi merker er at strømforbruket for å varme opp til luft til +18 grader har økt i vinter halvåret.

---

Ulempen er rengjøring av kanalene. Siden det er brukt fleksible alu-kanaler blir det vanskelig

---

Anlegget er driftsikkert uten probl. Med ising. Ofte ikke nok å rense viftebladene 2.hvert år

---

Meget fornøyd pga. høy virkningsgrad og lite vedlikehold.

---

Er i ferd med å skifte til kammerveksler [red.] pga tørr inneluft og dårlig varmegjennvinning. [bosted Bergen]

---

Det er mulig å montere inn pollenfilter på innsuget. Det burde vært innmontert lydfeller.

---

Kjøpte huset i 96 u/bruksanvisn., isproblemer. Skulle hatt forvarmeelement, men dyrt

---

Byggmestere har for liten kunnskap om innstallasjon, mange feil måtte rettes opp.

---

Dårlig isolerte kanaler gir for varmt loft (isproblemer på tak)

---

Filter for friskluftinntak på vegg er utilgjengelig.

---

Må åpne viduene om sommeren for å få frisk luft. [har ikke sommerkassett, Red.]

---

Gummipakn. knakk hvert år, anlegg ble justert.

---

Problemer med rimfrost på friskluftsinntaket.

---

Feilmontering ikke tatt til følge av produsenten [red.]

---

Største problem er støy fra sentralenheten

---

Hadde trodd det var mer varmegjennvinning

---

Monterte lyddemper for ca. 10 år siden

---

Støy på WC der anlegget er plassert.

---

Rim på inntaksristen om vinteren.

---

---

Dårlig veiledning v/overlevering

---

Tendens til matlukt i perioder

---

Støy, trekk og fukt-problemer.

---

Tørr luft i huset, betonghus.

---

Dårlig trykk på innblåsing.

---

## D.2 Tekniske problemer

### Vifter

Ødelagte vifter (skadet av rystelser fra Statens Veivesen)

Viften gikk for fullt, uansett innstilling. Dette på grunn av defekt NTC-motstand for frostvakt

Tilluftsmotor byttet

Defekt motor tilluft

Skiftet lagre i viftemotorer, museskader på vent.kanaler

### Sammensatte tekniske feil

Varmeveksler tetter seg, skiftet styrekort og spjeldmotor.

Skiftet tidsrelé, kulelager i viftemotor og spjeld.

### Kondens

Tett kondensavløp

Støy pga. kondensvann som drypper, spesielt når det er kaldt ute.

Kondensdannelse ved utrør, kjøkkenvifte tilkoblet og ført lukt til andre rom.

Kondens på innluftledningen

Kondens

frys av kondens, styringstablå

### Gjenfrysing

Veksleren fryser om vinteren

Undertrykk i huset ved tining av varmekalder.

Lekkasje på grunn av gjenfrose avløpsrør og på grunn av stans i anlegget som førte til kondensoppsamling på loft og store mengder vann. Ved kald utetemperatur fryser varmegjenvinnaren igjen umiddelbart på avtrekkssida. Dette medfører dårlig varmegjenvinning på dei kalde dagane. Dette er eit problem som er felles for alle ventilasjonsaggregat med kryssvarmevekslar plassert i bolighus der det er mykje fuktig avtrekksluft.

Grunnet frost driftsstopp en gang

Ising, føler satt feil

Dugg på innsiden av vinduene under -10, inntaket fryser

### Støy

Støy fra viftemotor

støy (feil montering) reparert av flexit

Støy

Støy

Noe ulyd fra motor

Litt viftestøy

Defekt vifte ( støy )

*Støy, Støv, Insekter*

## **Styring / elektronikk**

*Varming av luft fungerer ikke*

*Tidsrele og vende skovel*

*termostat på varmepumpe*

*Termostat fungerer dårlig på varmegjenvinner*

*Temperaturoakt for ettervarmebatteri slår ut*

*Takler ikke strømbrudd*

*Skifte av endebryter på automatikken*

*Releer går i stykker (3 ganger på 3 år)*

*Releer' gått i stykker to ganger*

*Ettervarme virker ikke*

*Et rele sviktet (lysbue)*

*Elektronisk styreenhet*

*defekt vekslermotor*

*Brudd i microbryter.*

*gjenvinninga stoppet defekt rele*

*For svak kurs (12A) krav 16A sikringer ryker av og til*

*Styringsenhet / timer*

*Mikrobryter, tidsur skiftet men er normal slitasje*

*Noe styringsproblemer*

*skiftet regulator*

*hastighetsstyringen*

*Feil på regulator*

## **Andre problemer**

*Vanskelig å innstille luftstrømmen*

*Trekk, ujevnt sug*

*Gummipakn. på spjeld har knekt flere ganger*

## **Luftlekkasje**

*Omskifterklaff utett*

*Lekkasje av brukluft til friskluftsside*

*Lekkasje ved temp.måler*

*Falsk luft rundt filter i enheten*

## **Installasjonsfeil / mangelfull innjustering**

*Noe innkjøringsproblemer*

*Kjøkkenventilasjon var tidligere koblet inn på anlegget, og det gjorde at vi fikk matlukt i huset.*

*Feil ved montering - Øydelagde rør, feil plassering på ventiler, manglende støvfeller, manglende kondensavløp, klaffventil på innluft(!!!) - Skyldast entreprenør - ...*

*Feil på installasjon*

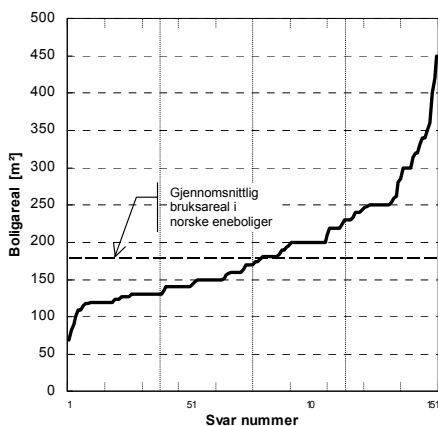
*Ble montert feil: inntak koblet som utblås av luft*

*Det kommer for lite luft fram til de "ytterste" utluftventilene (i enden av kanalene)*

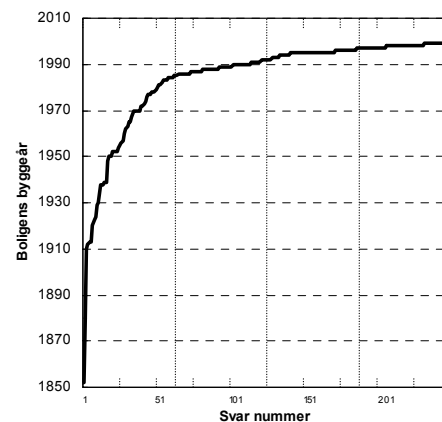
*Noe trekk i stue*

## E FIGURER OG TABELLER FRA SPØRREUNDERSØKELSER

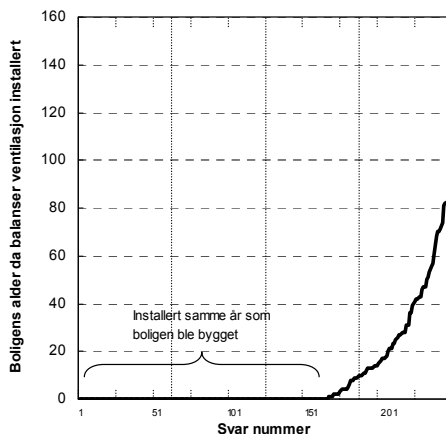
### E.1 Særtrekk ved boligene i spørreundersøkelsen



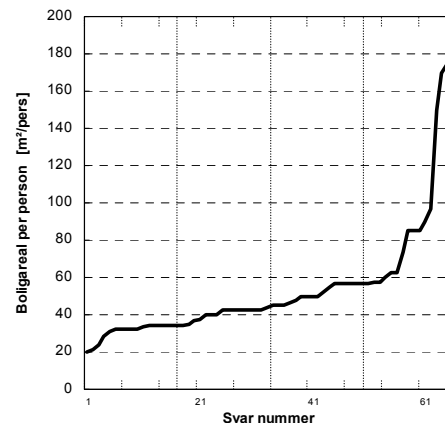
**Figur E.1** Fordeling av boligareal. Halvparten av boligene er større enn 170 m<sup>2</sup>



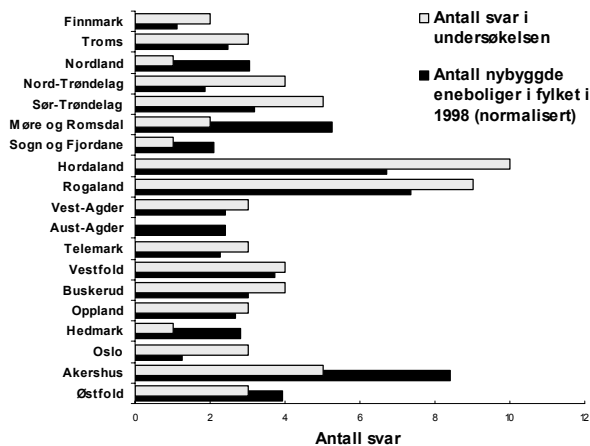
**Figur E.2** Fordeling av boligens byggeår. Halvparten av boligene med varmegjenvinning er bygget etter 1992



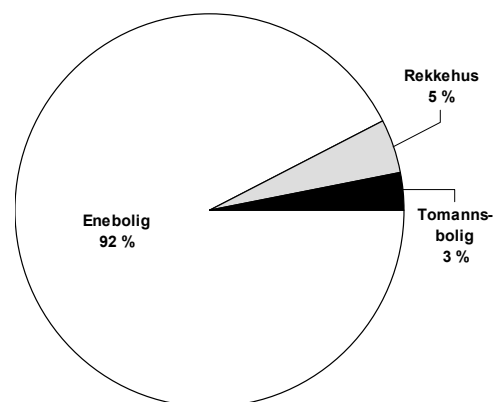
**Figur E.3** Boligens alder da balansert ventilasjon ble installert. En tredjedel er installert i eksisterende boliger.



**Figur E.4** Boligareal per person

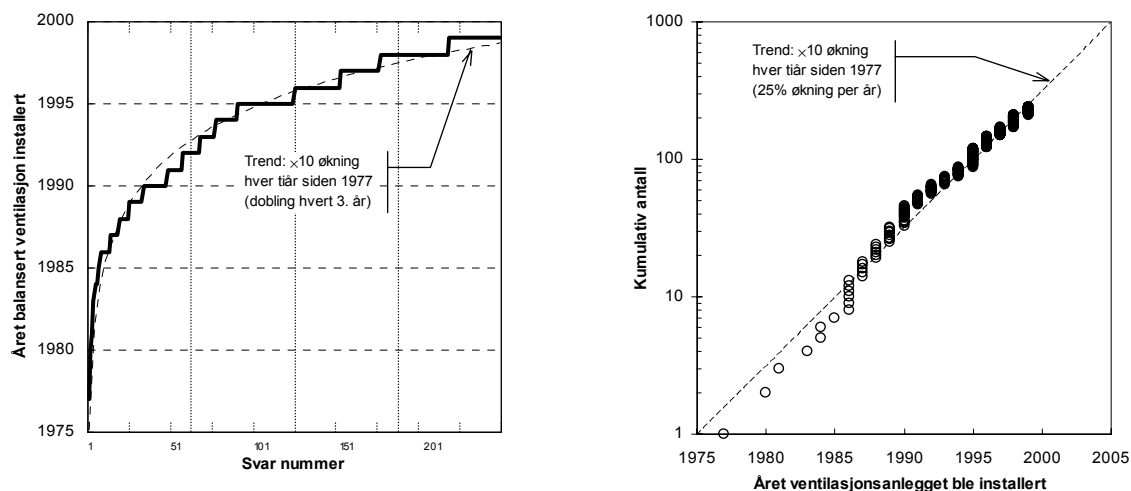


**Figur E.5** Fylkesvis fordeling av svarene som inkluderte oppgitt energiforbruk for år 2000 (66 av totalt 247 svar). Dette er sammenlignet med antall nybygde eneboliger i fylket i 1998 [SSB,1999]



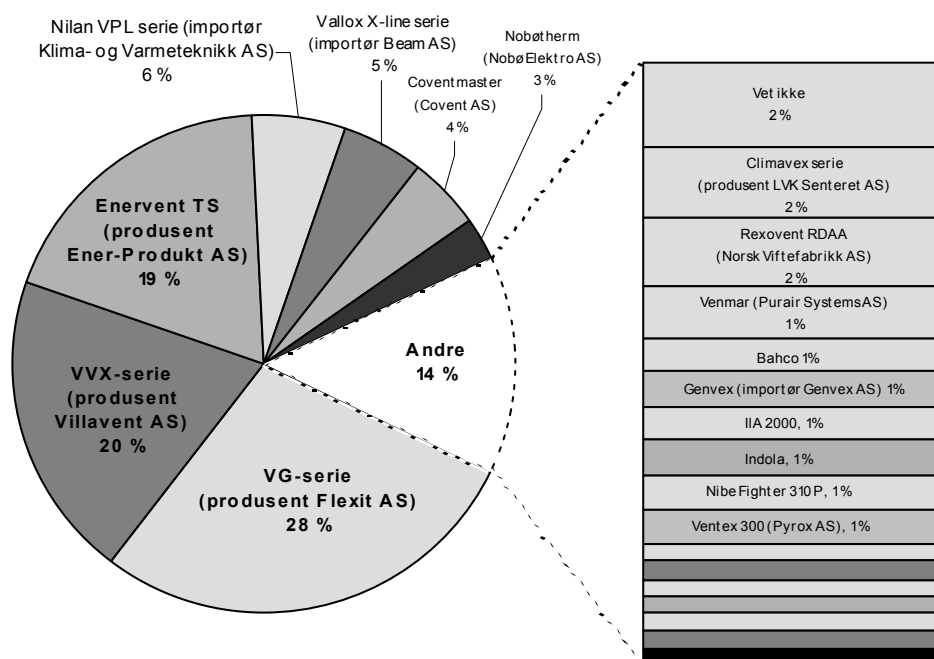
**Figur E.6** Type boliger som oppga energiforbruk for år 2000 (66 svar av totalt 247 svar)

## E.2 Særtrekk ved installasjonene i spørreundersøkelsen



**Figur E.7**

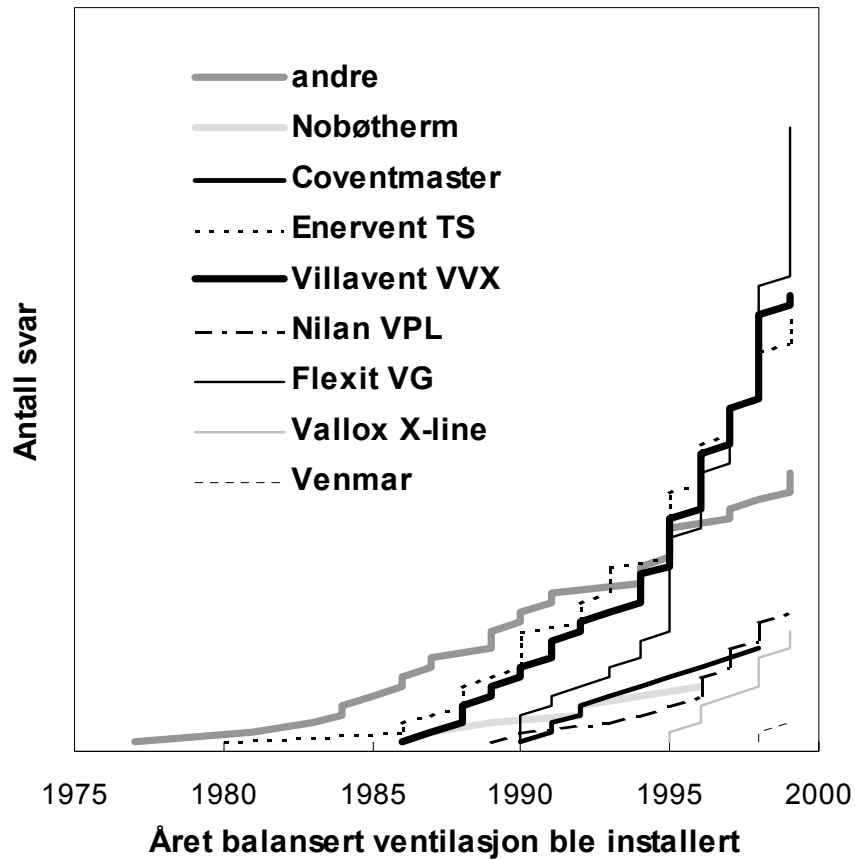
Fordeling av året balansert ventilasjon ble installert. Antall installasjoner har tilsynelatende økt jevnt med 25% hvert år siden ca. 1977 – dette betyr en dobling hvert tredje år.



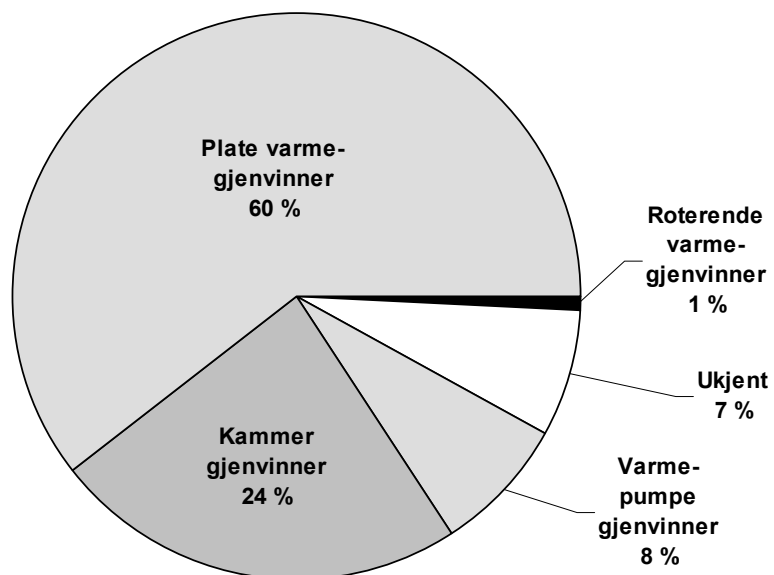
**Figur E.8**

Fordeling av antall installasjoner mellom de forskjellige produsenter av aggregatar for balansert ventilasjon. Dette er ikke det samme som salgfordeling i dag.

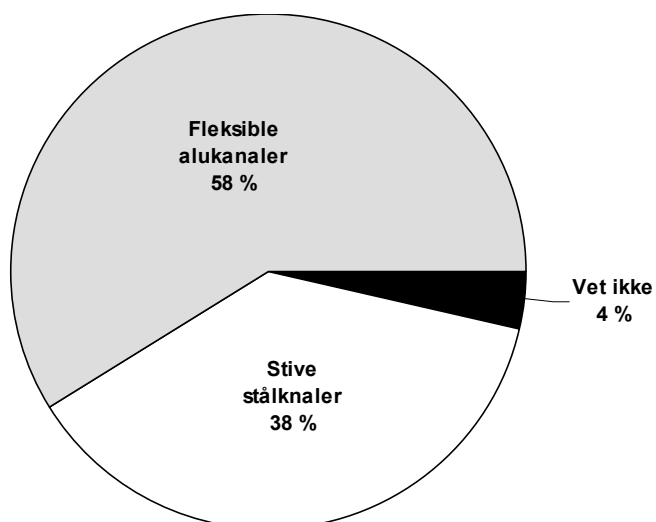




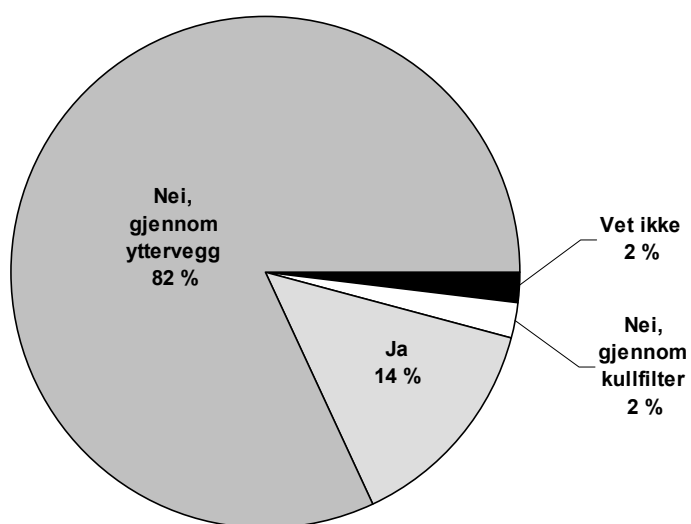
**Figur E.9**  
 Installasjonshistorikken for de forskjellige produktene i spørreundersøkelsen.



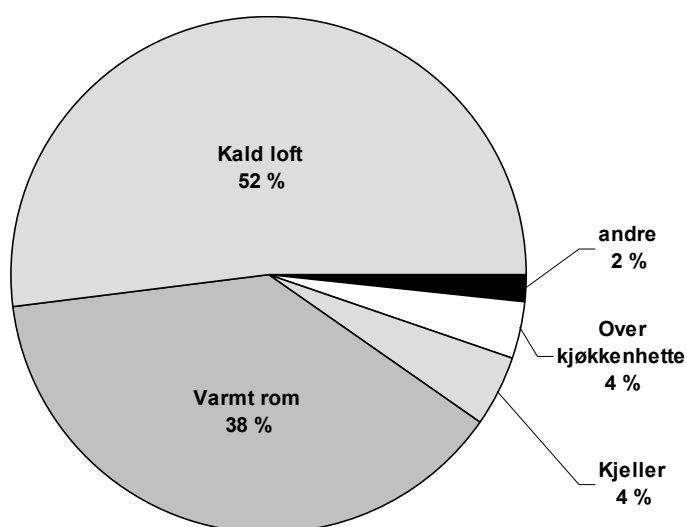
**Figur E.10**  
 Fordeling mellom de forskjellige typer varmegjenvinnere



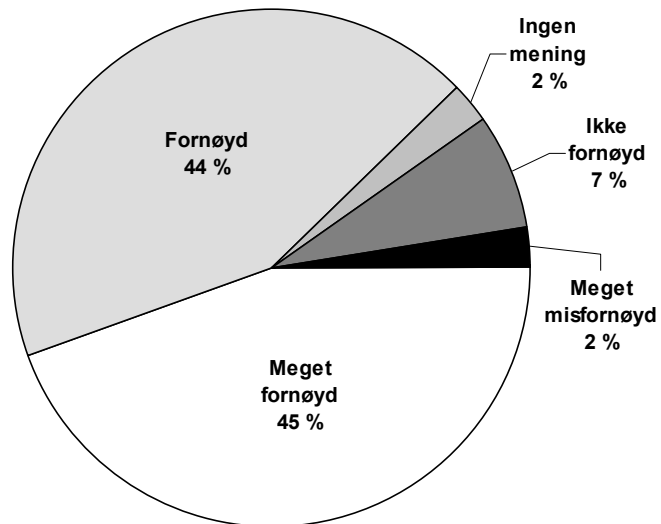
**Figur E.11** Andel boliger som har stive stålknalet ("spirokanalet") og fleksible kanalet.



**Figur E.12** Går komfyravtrekk gjennom varmegjenvinneren?



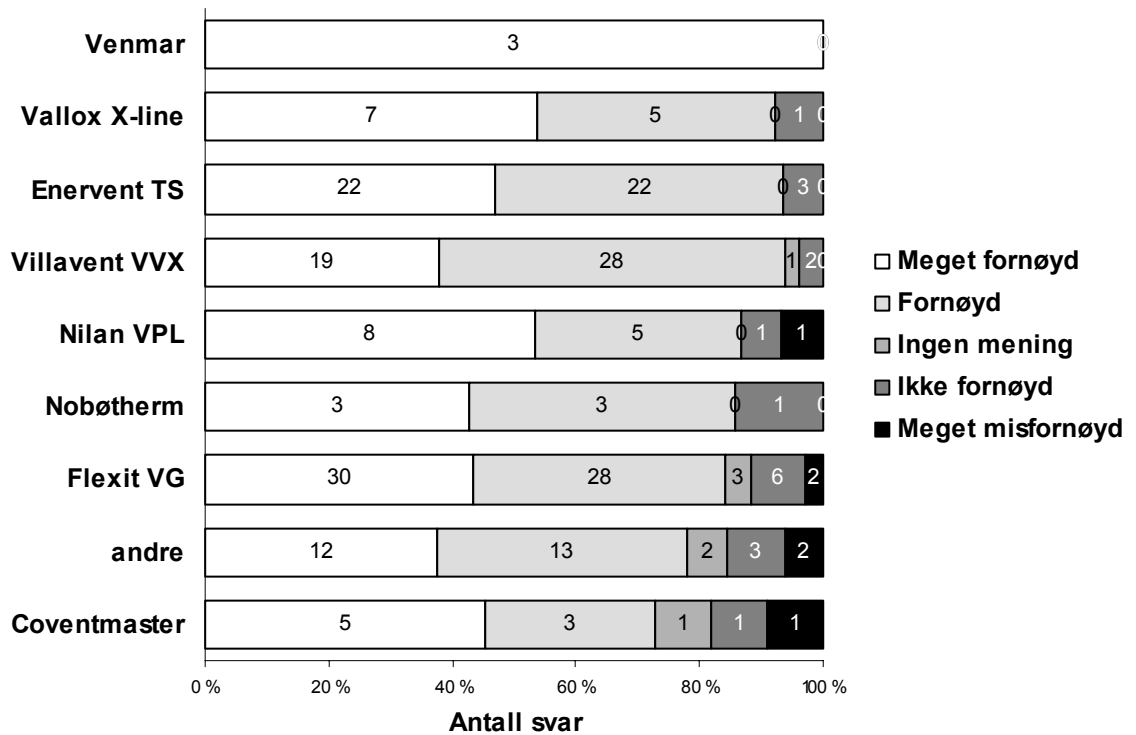
**Figur E.13** Hvor er aggregatet plassert?



Figur E.14 Totalt sett er dere fornøyd med ventilasjonssystemet ?

Tabell E.1 Holt/Vestvollen boligfelt; beboernes holdning til ventilasjonsanlegg <sup>1/1</sup>

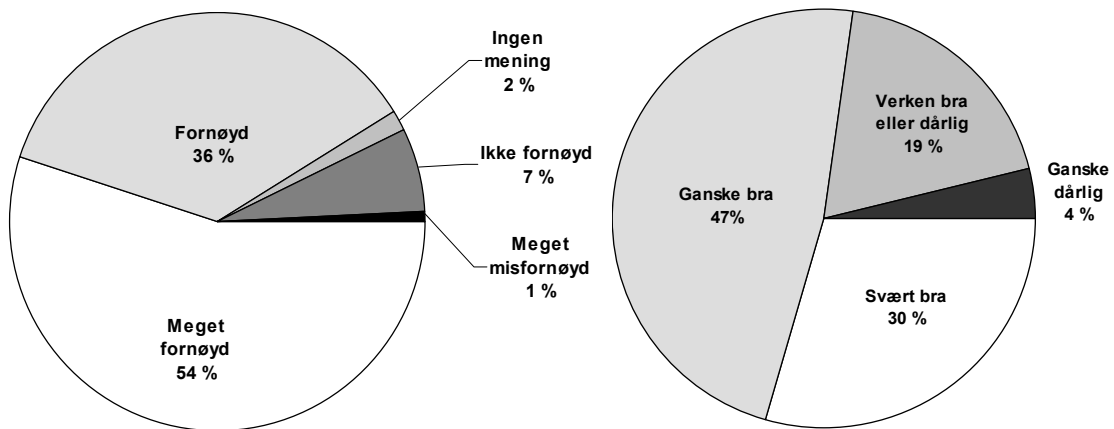
Hvis dere kunne velge fritt, ville dere ha valgt samme anlegg i dag ?	Ja	Vet ikke	Nei
Balansert ventilasjon med varmeveksler (N=171)	20.5%	42.7%	33.3%
Mekanisk avtrekksanlegg (N=175)	18.3%	42.3%	37.7%



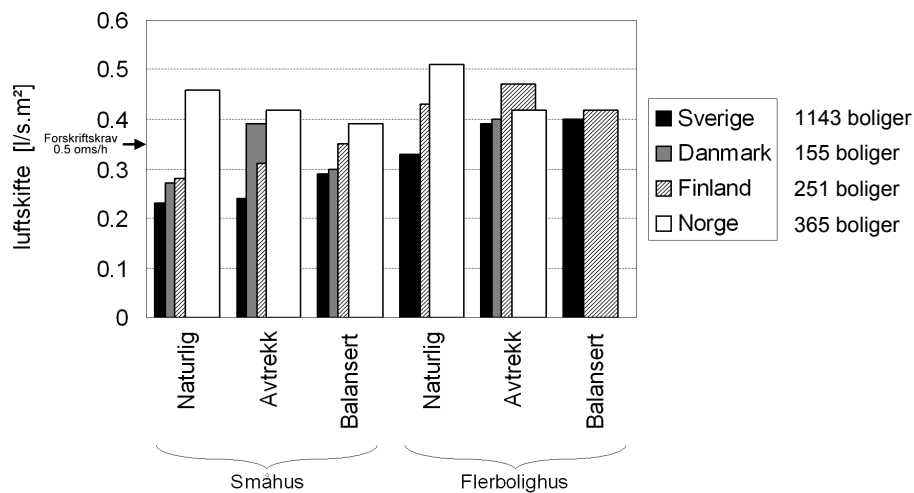
Figur E.15 Totalt sett er dere fornøyd med ventilasjonssystemet ? Delt inn i de forskjellige produktene

### E.3 Innemiljø

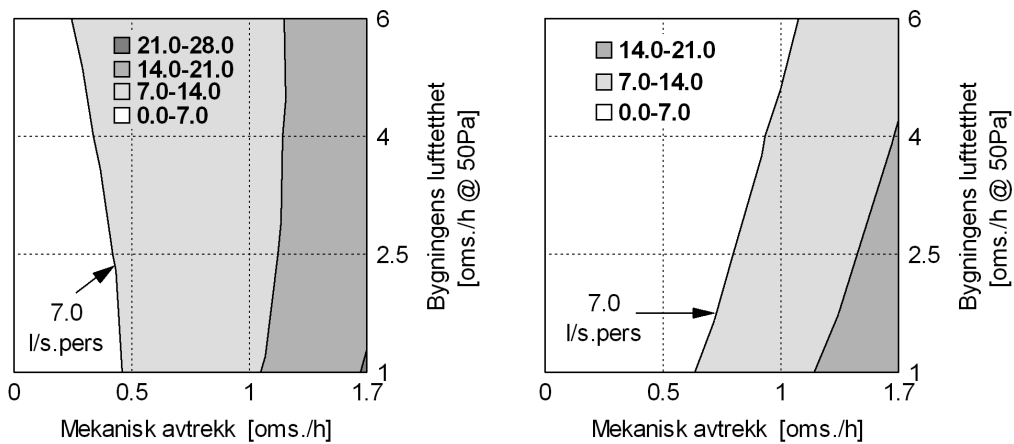
#### Luftkvalitet



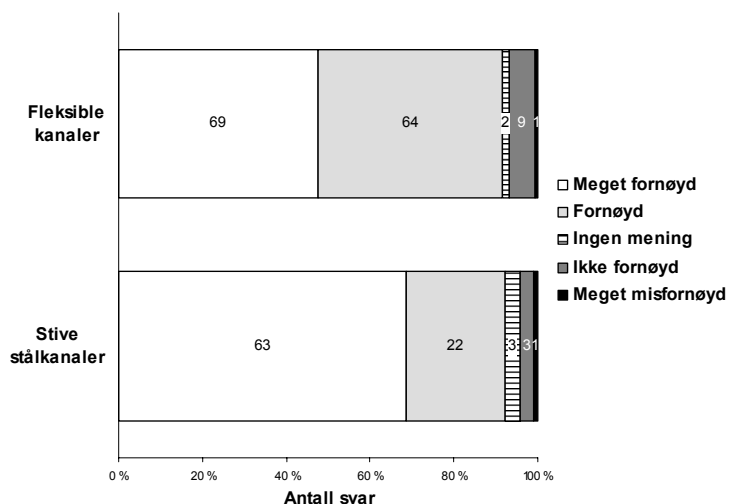
**Figur E.16** Opplevelsen av luftkvalitet i boliger med balansert og naturlig/avtrekksventilasjon: **(Venstre)** Er dere fornøyd med luftkvaliteten i boligen? (Fra nåværende spørreundersøkelse). **(Høyre)** Hvilken oppfatning av kvaliteten på inneluften i boligen totalt sett? (Nasjonal telefonspørreundersøkelse med over 500 spurte, hovedsakelig småhusboliger med naturlig el. avtrekksventilasjon) <sup>/23/</sup>



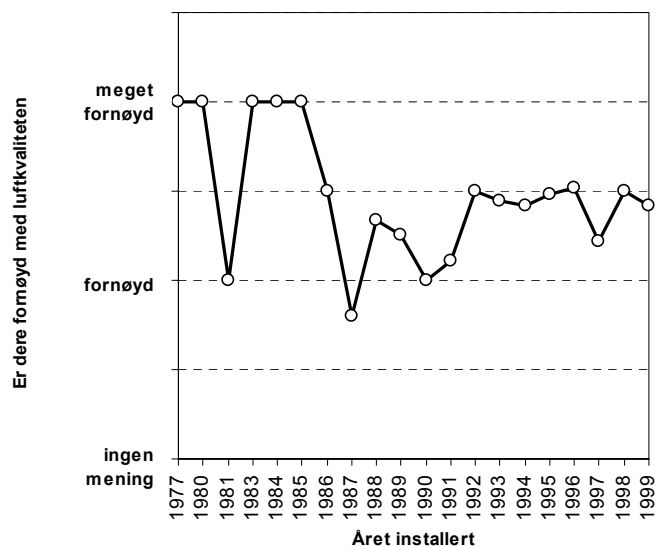
**Figur E.17** Gjennomsnittlig luftskifte i nordiske boliger, avhengig av hustype og ventilasjonssystem (Byggeår varierer mellom studiene) <sup>/12/</sup> De norske målingene er sammensatt av 5 studier, hvorav det største brukte en måleteknikk som muligens er veid mot luftomsetning på soverom.



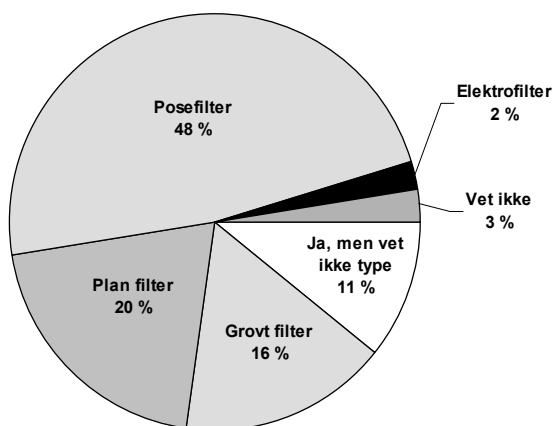
**Figur E.18** Frisklufttilførsel på soverom i typisk bolig, i liter pr. sekund og person, gjennomsnitt for alle nettene i året, mellom kl.2100 og kl.0800: **(venstre)** Første etasje, **(høyre)** Andre etasje <sup>/12/</sup>



**Figur E.19** "Er du fornøyd med luftkvaliteten i boligen?" Virkningen av type kanal. Folk er mer fornøyd med luftkvaliteten i boliger med ståkanaler ( $\chi^2$ -test:  $P=99.5\%$ ). Gjennomsnittlig alder på anleggene med fleks. kanaler er 5.8 år, og 5.1 år for ståkanaler.

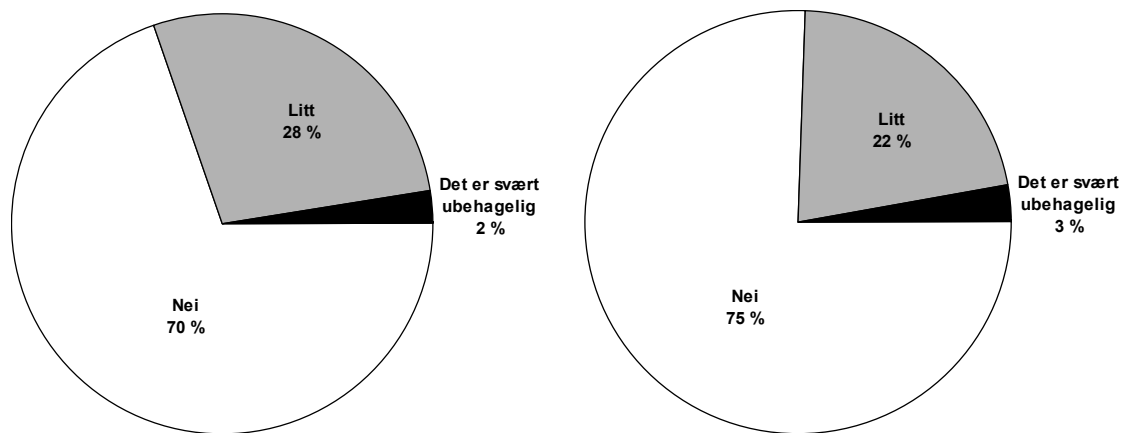


**Figur E.20** "Er du fornøyd med luftkvaliteten i boligen?" Gjennomsnitt for hvert installasjonsår. For anlegg installert før 1986 er det for få anlegg for å gi noe sikker statistikk for de årene.

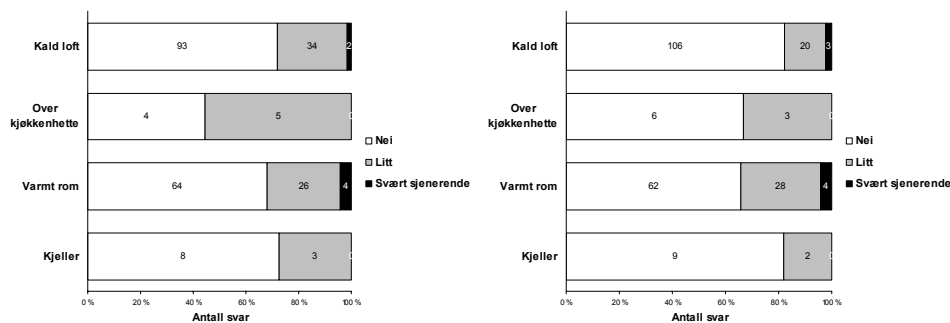


**Figur E.21** Har ventilasjonsanlegget et filter for å rense tilført friskluft?

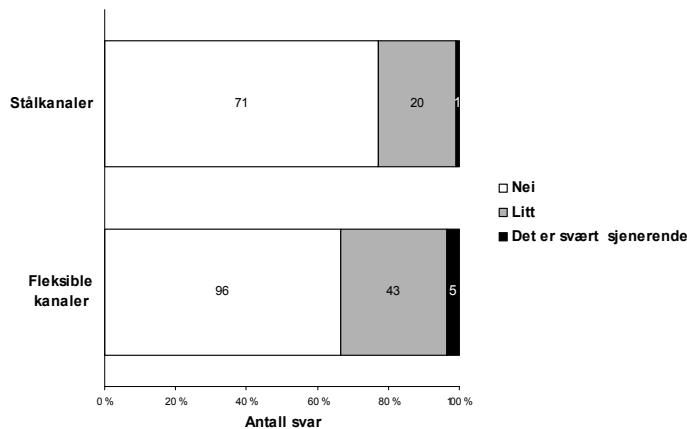
## Støy



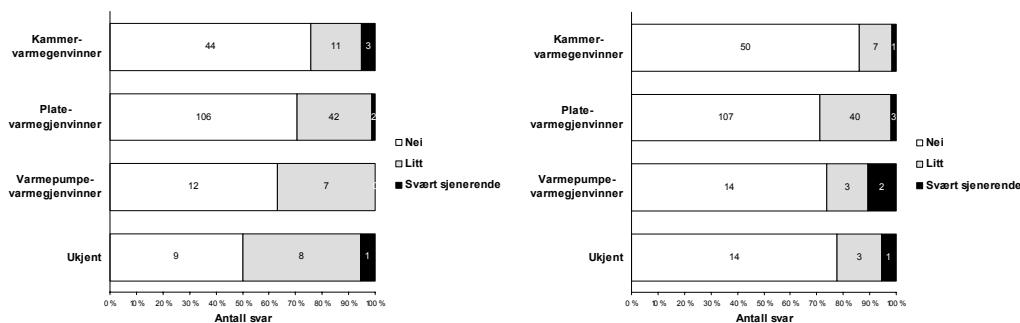
Figur E.22 (Venstre) Har dere problemer med ventilasjonsstøy på soverom eller oppholdsrom? (Høyre) Har dere problemer med ventilasjonsstøy på bad, WC, vaskerom eller kjøkken?



Figur E.23 Virkningen av plassering av ventilasjonsaggregatet (Venstre) Har dere støyp problemer på soverom/oppholdsrom? (Høyre) Har dere støyp problemer på våtrom?

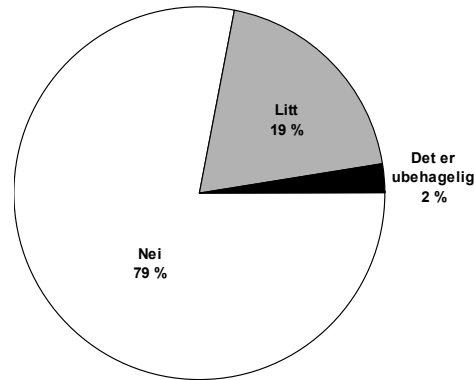


Figur E.24 Har dere problemer med ventilasjonsstøy på soverom eller oppholdsrom? Virkningen av type kanal. Færre folk merker støy i boliger med stålskanaler ( $\chi^2$ -test:  $P=91.7\%$ )

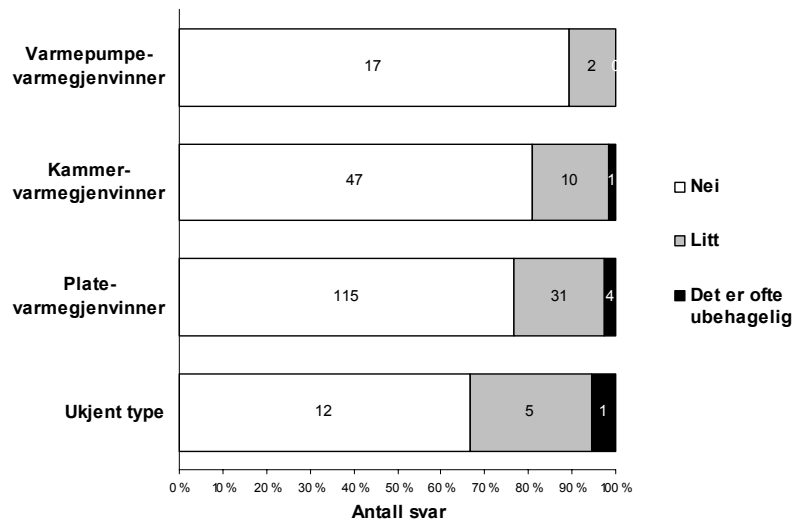


Figur E.25 Støyvirkningen av type varmegjenvinner (Venstre) Har dere problemer med ventilasjonsstøy på soverom eller oppholdsrom? (Høyre) Har dere støyp problemer på våtrom?

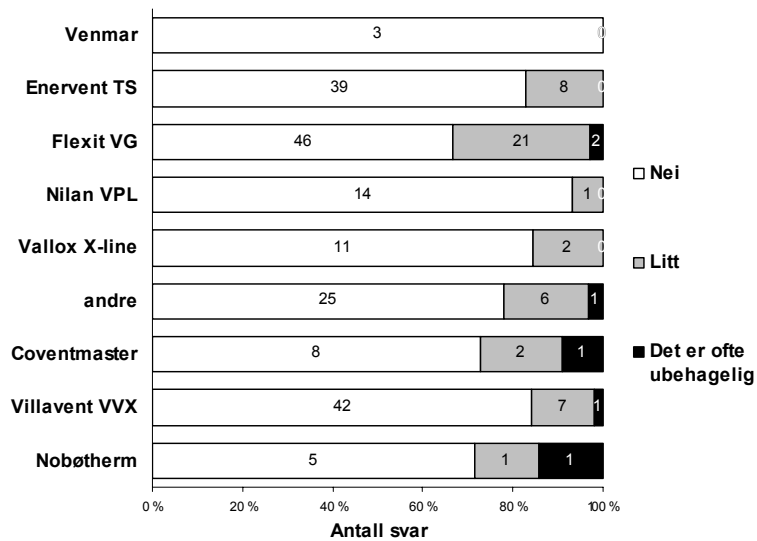
## Termisk komfort og trekk



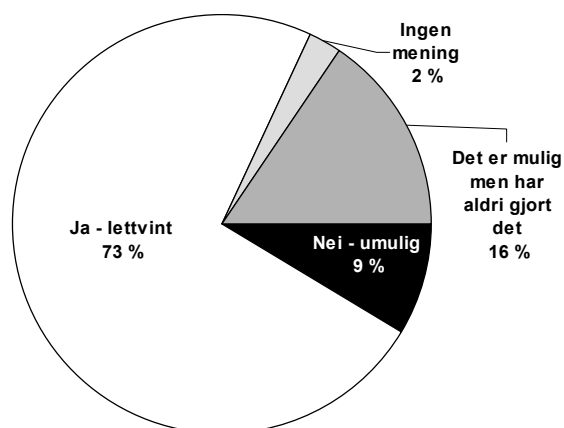
Figur E.26 Har dere hatt trekkproblemer (kald luft fra friskluftsventiler)?



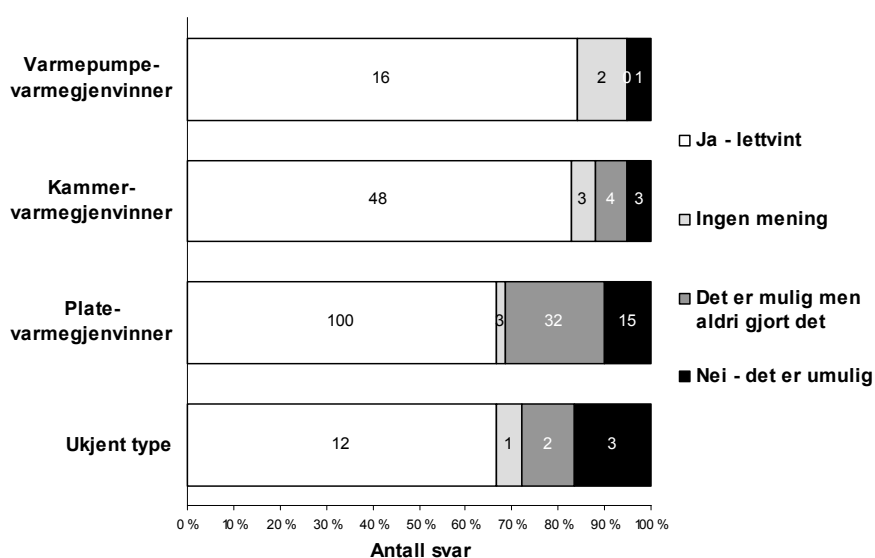
Figur E.27 Har dere hatt trekkproblemer (kald luft fra friskluftsventiler)? Sammenligning av de forskjellige typer varmegjenvinner. Det er ingen signifikant forskjell mellom kammervarmegjenvinnere og platevarmegjenvinnere, selv om noen av disse har ettervarme ( $\chi^2$ -test:  $P=50.4\%$ )



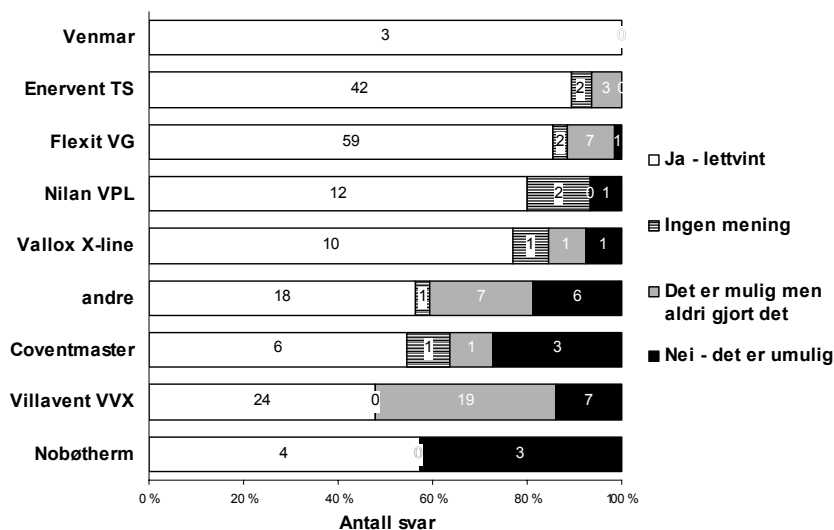
Figur E.28 Har dere hatt trekkproblemer (kald luft fra friskluftsventiler)? Sammenligning av de forskjellige produktmerkene i spørreundersøkelsen



**Figur E.29** Kan dere tilpasse anlegget for sommerdrift? (Det skal være mulig å koble ut varmegjenvinning om sommeren.)



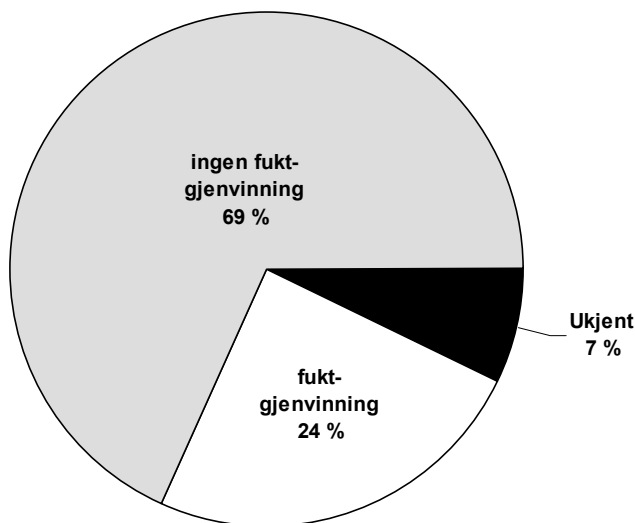
**Figur E.30** Kan dere tilpasse anlegget for sommerdrift? Sammenligning av de forskjellige typer varmegjenvinner



**Figur E.31** Kan dere tilpasse anlegget for sommerdrift? Sammenligning av de forskjellige produsentene

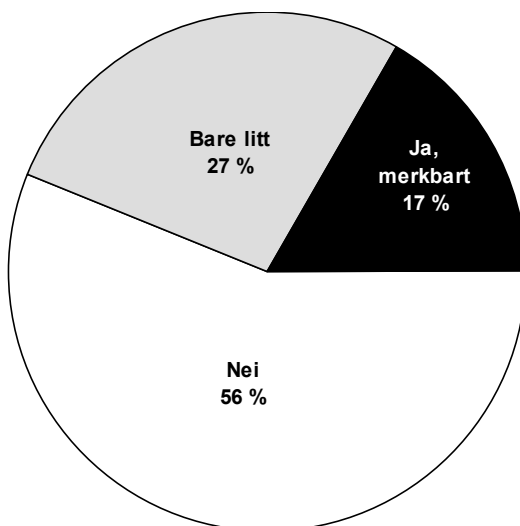


## Fuktighet



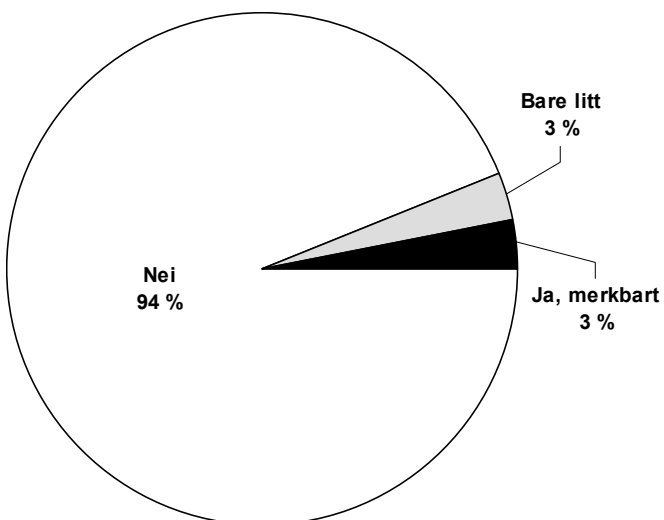
**Figur E.32**

Andel installerte aggregater som har fuktgjenvinning i større eller mindre grad (rekuperative gjenvinnere)



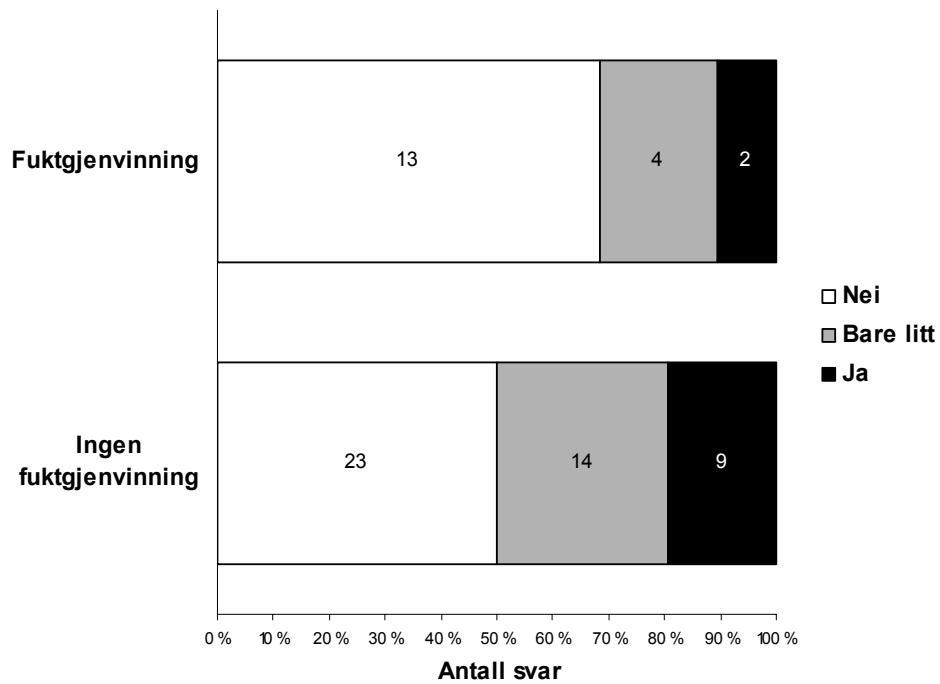
**Figur E.33**

Merker du at luften blir tørr om vinteren? Indikasjoner på dette er f.eks. innendørs planter ikke trives eller dør; sprekker i trevirke (inventar osv.) som er mer tydelig om vinteren; mer svevestøv; kroppslige plager grunnet tørr luft (f.eks. tørr klørende hud, irritasjon i øyne/luftveier); ev. litt mer statisk elektrisitet.

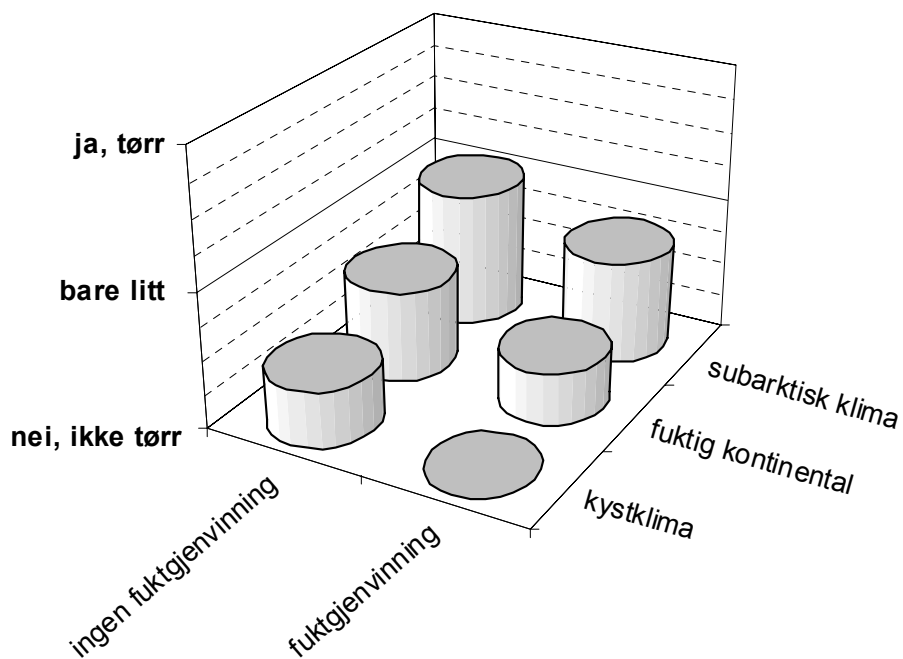


**Figur E.34**

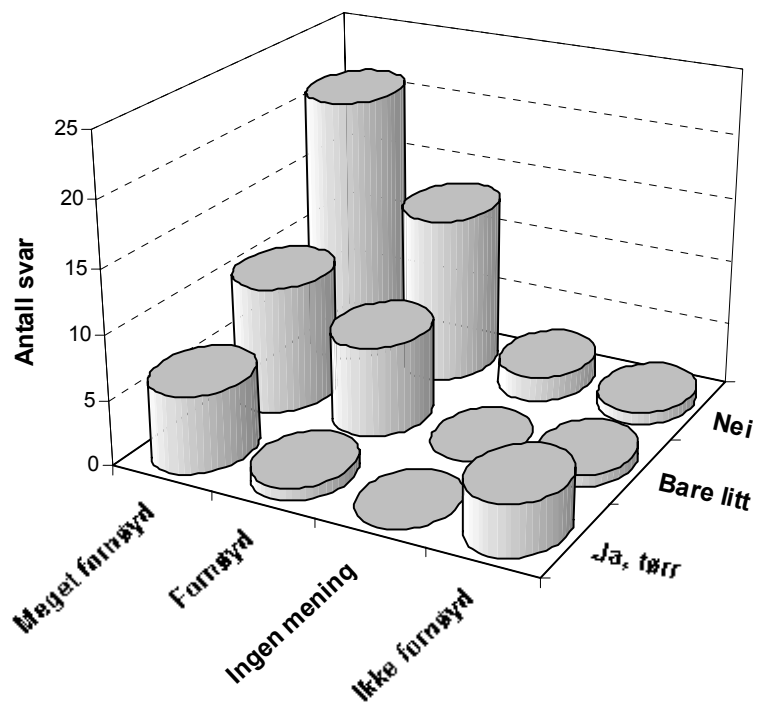
Merker du at luften til tider blir for fuktig? Tegn på dette er f.eks. mer enn 1 cm dugg på innsiden av vanlige isolerglassvinduer; fukt eller mugg i vinduer, badeværelse eller på kalde yttervegger ev. bak skap/sofaer/veggtepper mot yttervegg; dører og skuffer som binder; avskallet maling.



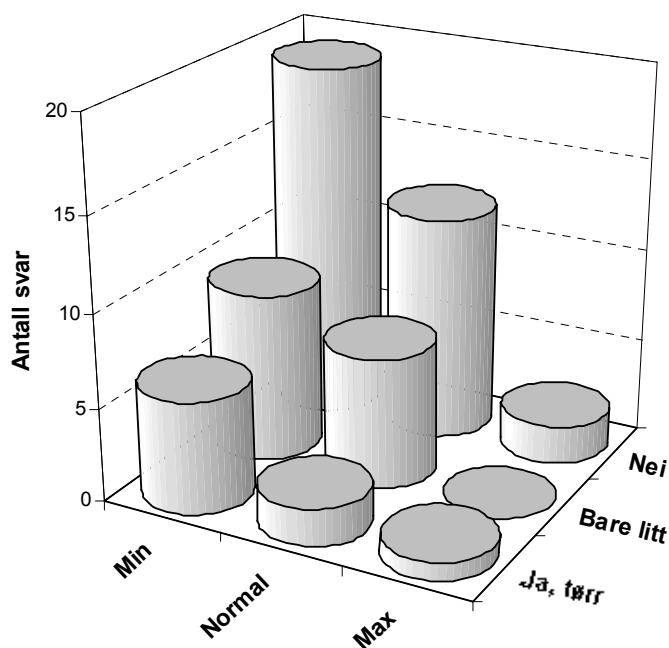
**Figur E.35** "Merker du at luften blir tørr om vinteren?" Sammenligning av svar for fuktgjenvinnende og ikke-fuktgjenvinnende aggregater. Færre folk merker tør luft i boliger med fuktgjenvinning ( $\chi^2$ -test:  $P=82.6\%$ )



**Figur E.36** "Merker du at luften blir tørr om vinteren?" Sammenligning av snittverdien av svar fra husstander med fuktgjenvinnende og ikke-fuktgjenvinnende aggregater i de tre norske klimasoner (kystklima har mindre enn 3600 graddøgn; subarktisk klima har over 4600 graddøgn [17°C basis] )

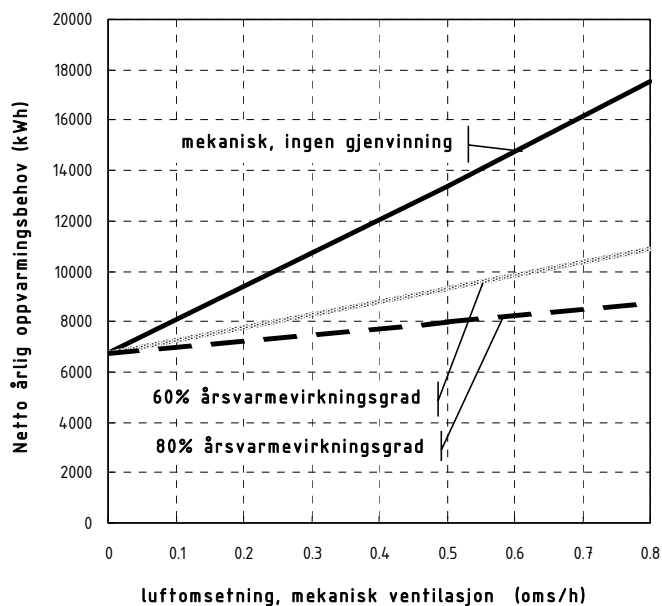


**Figur E.37** Forholdet mellom "Er du fornøyd med luftkvaliteten?" og "Merker du at luften blir tørr om vinteren?" Det er en svak men signifikant korrelasjon mellom oppfattet luftkvalitet og indikatorer for tør luft om vinteren (Spearman's rank test:  $R_s = 0.27$ ,  $P = 98.6\%$ )



**Figur E.38** Forholdet mellom "Hvilken driftstilling (viftetrinn) pleier dere å ha anlegget på?" og "Merker du at luften blir tørr om vinteren?" Det er en svak korrelasjon mellom viftetrinn og indikatorer for tør luft om vinteren (Spearman's rank test:  $R_s = 0.21$ ,  $P = 95.6\%$ )

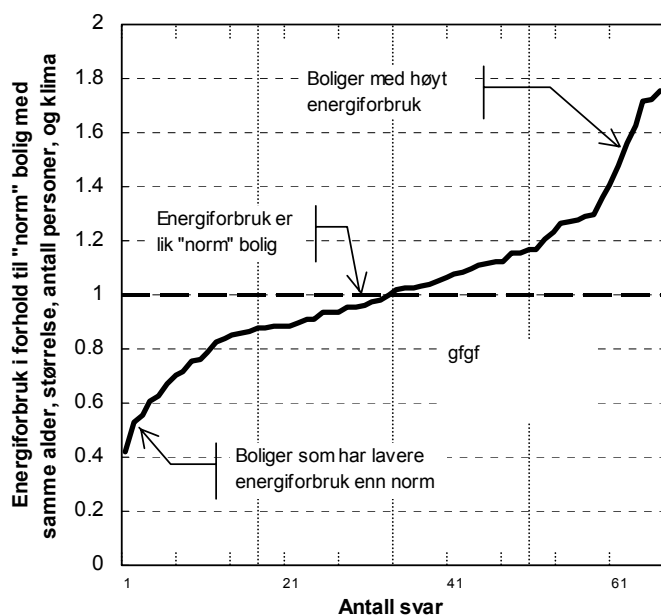
## E.4 Energiforbruk



**Figur E.39**

Netto årlig oppvarmingsbehov for en 140m<sup>2</sup> enebolig i Oslo klima.

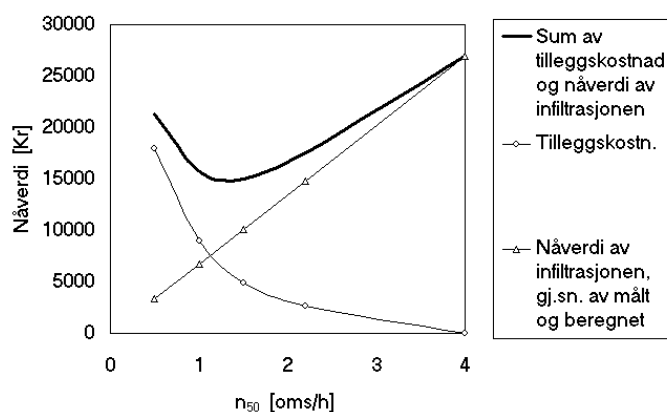
Sammenligning av avtrekksventilasjon og balansert ventilasjon med hhv. 60% og 80% årsvarmevirkningsgrad. (Beregnet iht. NS 3031)



**Figur E.40**

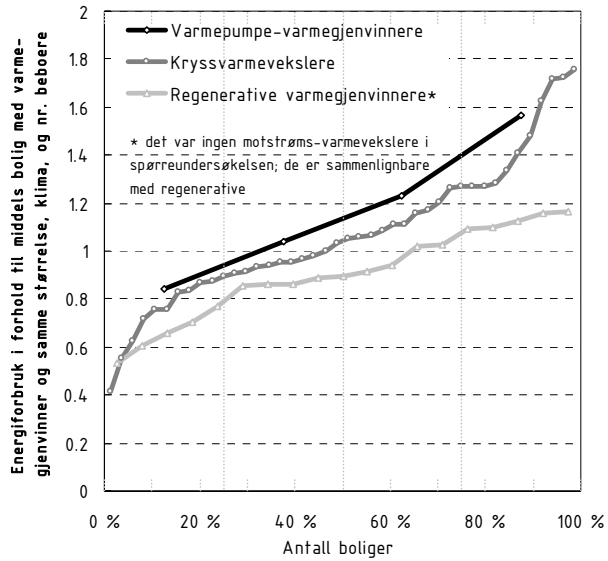
Fordelingskurve over energiforbruk i eneboligene i spørreundersøkelsen dividert på energiforbruk i en tenkt "normal" bolig på samme alder, størrelse, antall personer, og uteklima. En hvis normalisert energiforbruk er større enn 1, er boligens energiforbruk større enn en gjennomsnittlig enebolig med varmegjenvinning.

Merk at "normen" ikke gjelder boliger med avtrekksventilasjon.

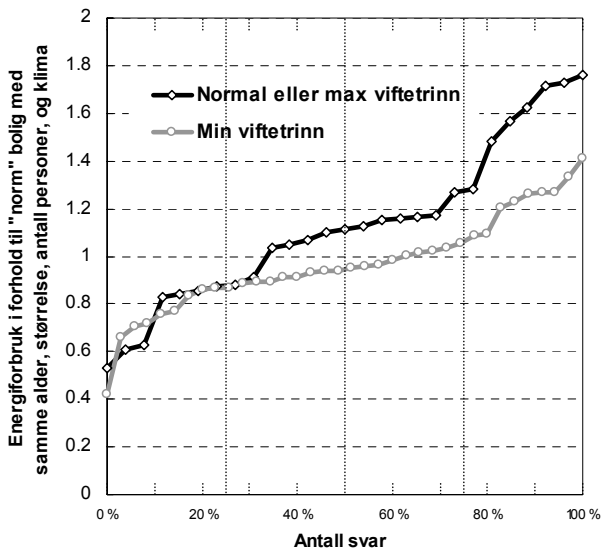


**Figur E.41**

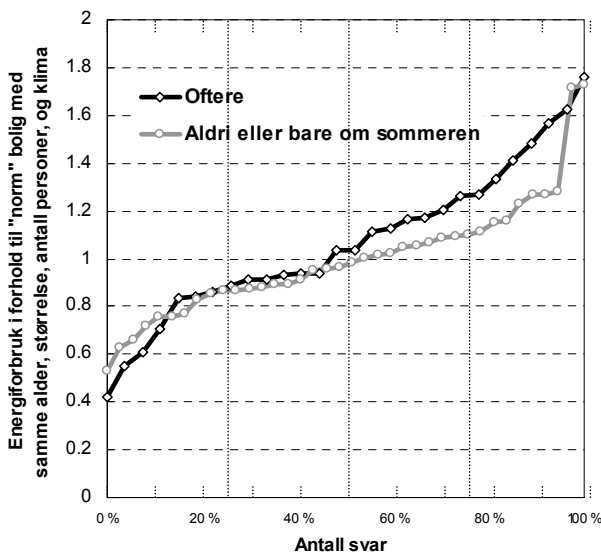
Økonomisk optimal lufttetthet for hus med balansert mekanisk ventilasjon



**Figur E.42**  
 Boligens normalisert totale energiforbruk avhengig av type varmegjenninner

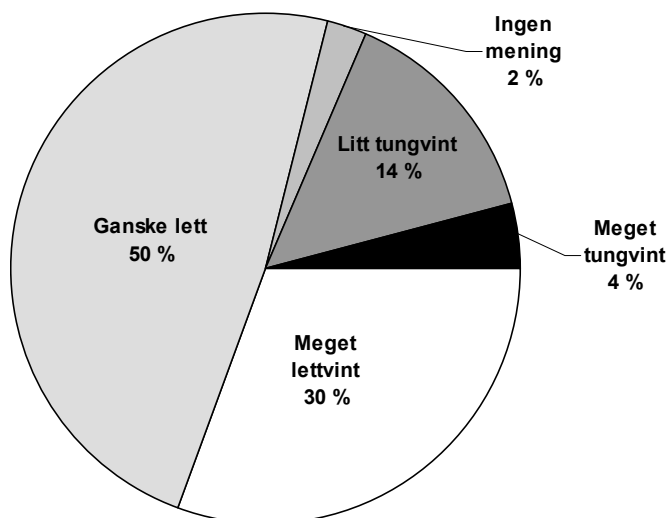


**Figur E.43**  
 Virkningen av viftetrinn (dvs. ventilasjonsluftmengde) på boligens normalisert totale energiforbruk

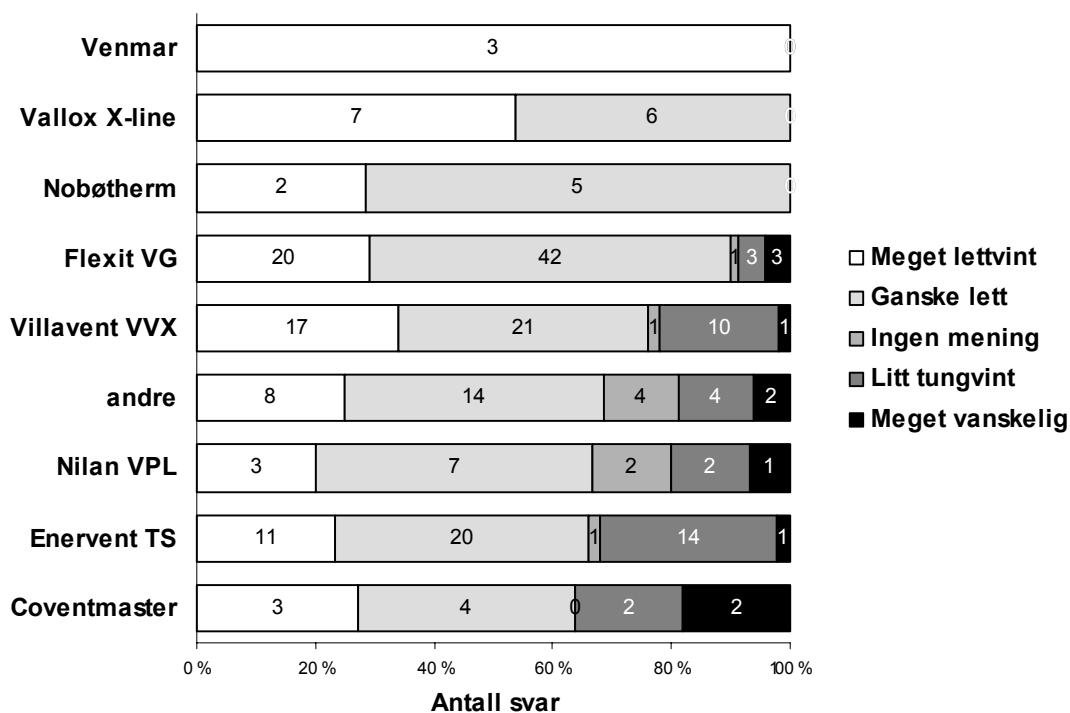


**Figur E.44**  
 Virkningen av vinduslufting om natten på boligens normalisert totale energiforbruk.

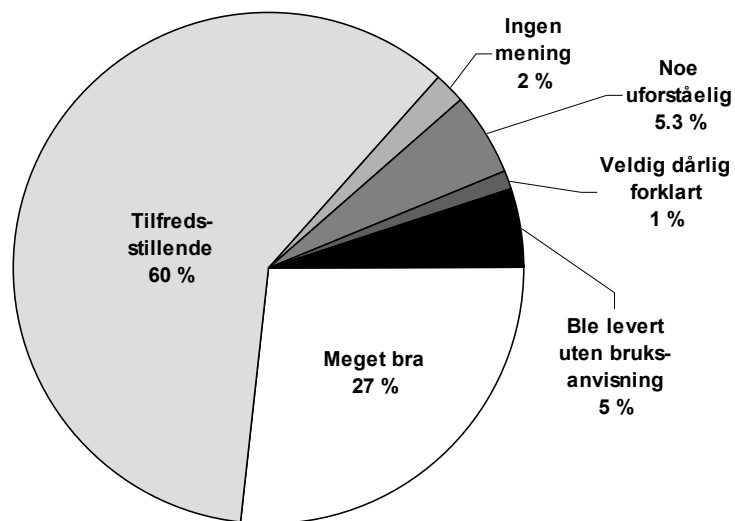
## E.5 Bruksegenskaper og driftssikkerhet



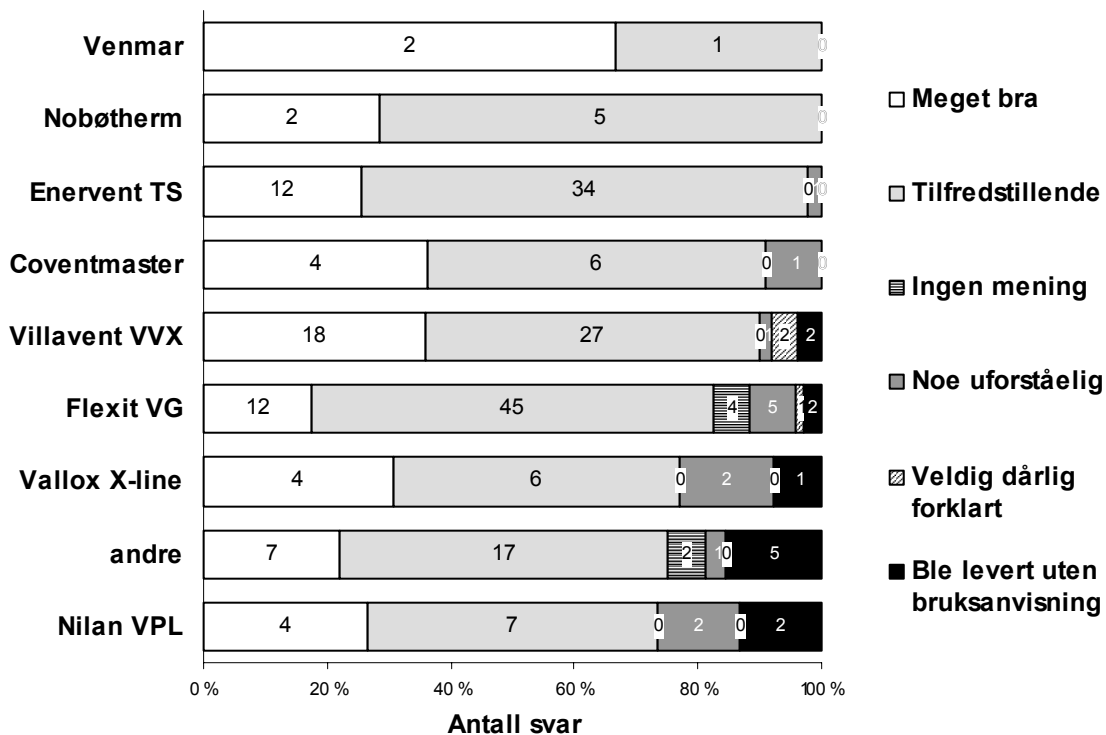
**Figur E.45**  
Er det lett å vedlikeholde ventilasjonssystemet ?



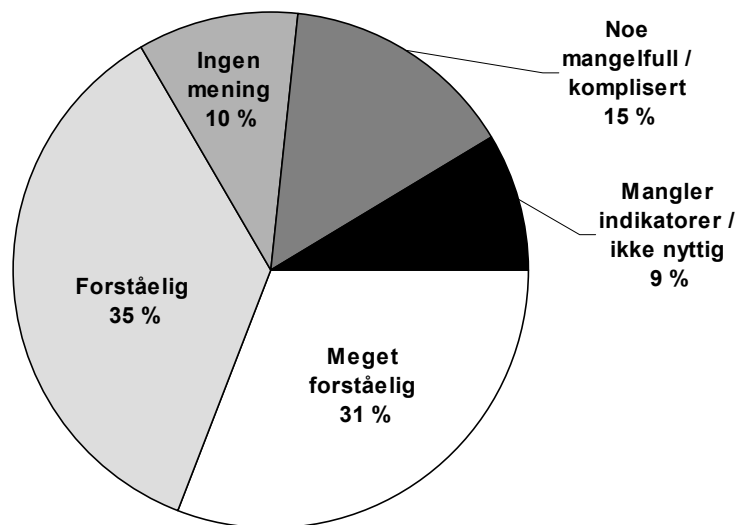
**Figur E.46**  
Er anlegget lett å vedlikeholde ? Fordelt på de forskjellige produktene i eksisterende boliger



**Figur E.47**  
Er bruksanvisning (installasjon, drift, feilsøking) og betjeningspanel forståelig?

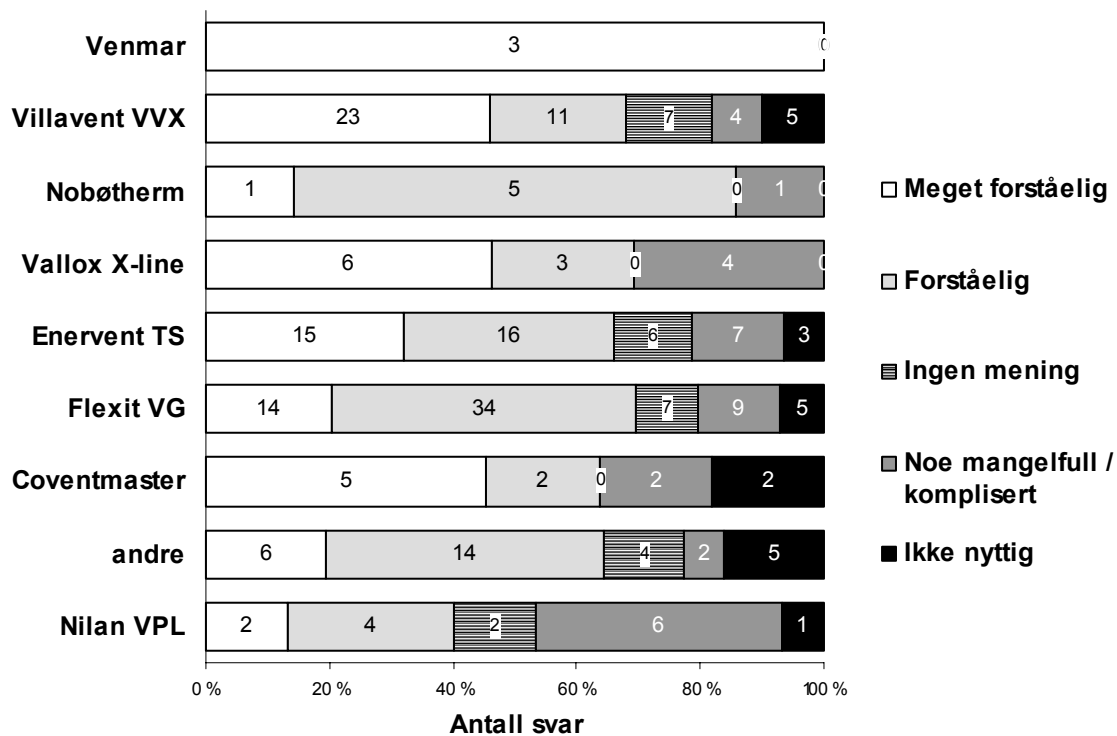


**Figur E.48**  
Er bruksanvisning (installasjon, drift, feilsøking) og betjeningspanel forståelig? Fordelt mellom de forskjellige produktene



**Figur E.49**

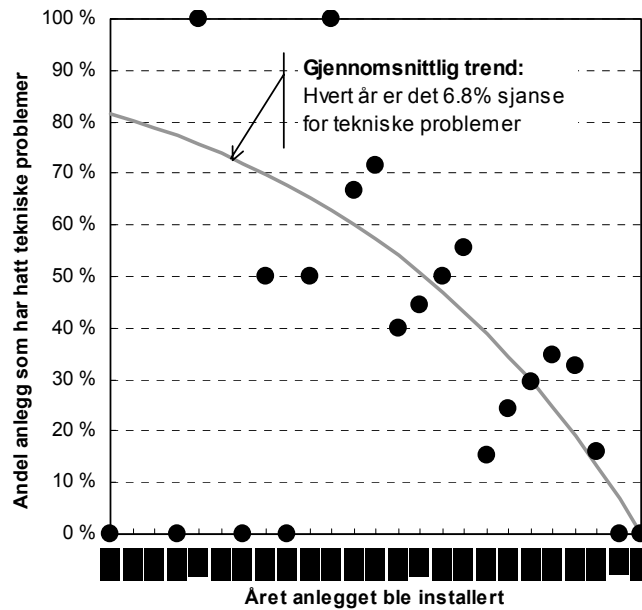
Er det lett å følge med på og forstå aggregatets funksjon og status (f.eks. indikatorer for filterbytte, luftmengde, frostbeskyttelse) ?



**Figur E.50**

Er det lett å følge med på og forstå aggregatets funksjon og status (f.eks. indikatorer for filterbytte, luftmengde, frostbeskyttelse) ? Fordelt mellom de forskjellige produktene





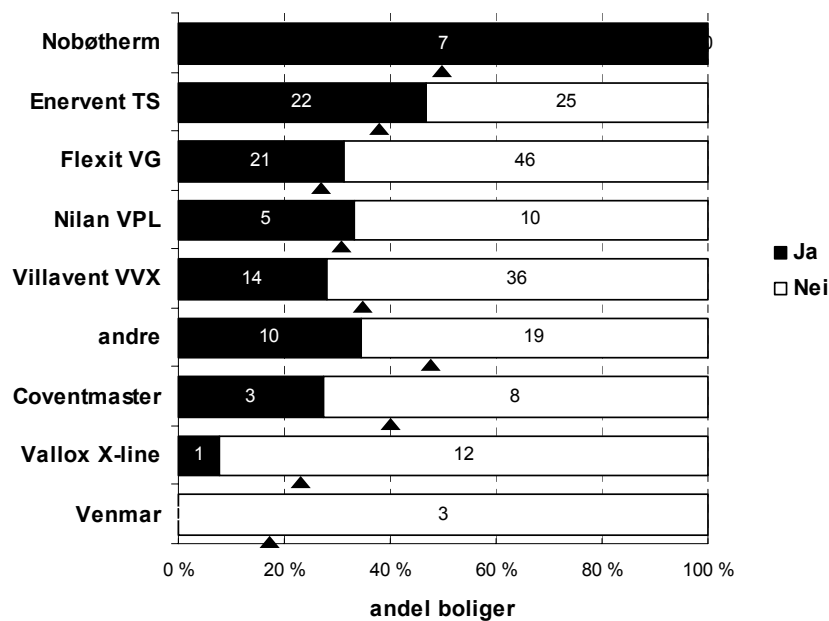
**Figur E.51**

**Har dere hatt tekniske problemer med anlegget ?** Det ble ikke skilt mellom problemtyper. 34% av alle husstandene rapporterte at de har hatt tekniske problemer (Anleggene er 6.5 år gammel i gjennomsnitt). Tilbakemeldingene tyder på at det er en 6.8% sannsynlighet for å få tekniske problemer i et gitt år.

**Tabell E.2**

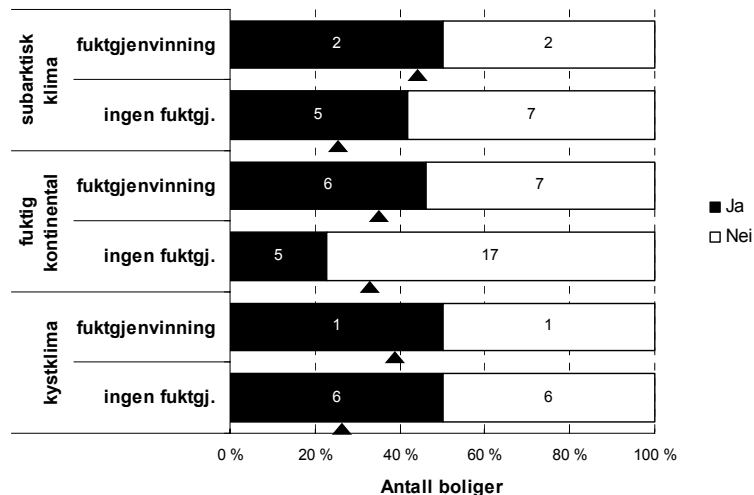
Spørreundersøkelse i Holt/Vestvollen boligfelt, utført i 1993 <sup>11</sup> Anleggene var da ca.2–5 år gammel

	Andel av husstandene som oppgir tekniske problemer
Balansert ventilasjon med varmeveksler (N=171)	36.3 %
Mekanisk avtrekksanlegg (N=175)	13.1 %
Mekanisk avtrekksanlegg med luft-vann varmepumpe (N=86)	61.6 %

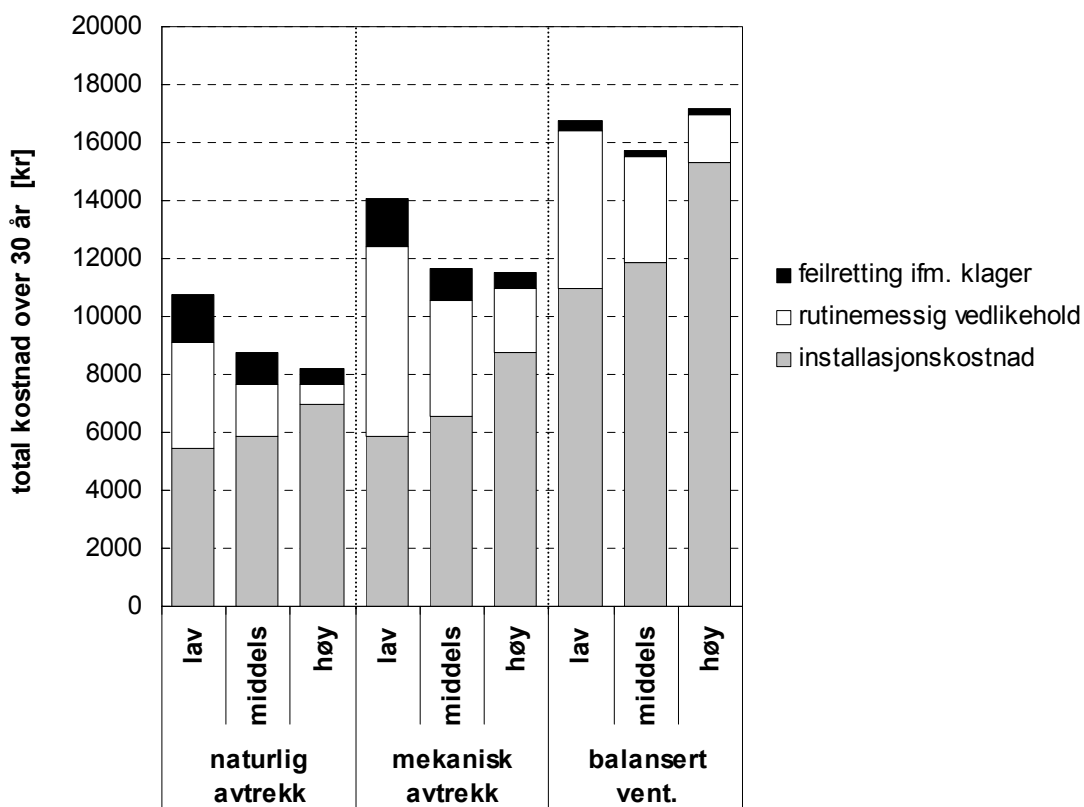


**Figur E.52**

**Har dere hatt tekniske problemer med anlegget ?** Fordelt på de forskjellige merker. Den gjennomsnittlige installasjonsalderen er forskjellig for hvert merke – tegnet (▲) viser forventet andel for hvert merke ut i fra alderen på de individuelle anlegg, dersom det er 6.8% sannsynlighet for å få tekniske problemer i et gitt år.

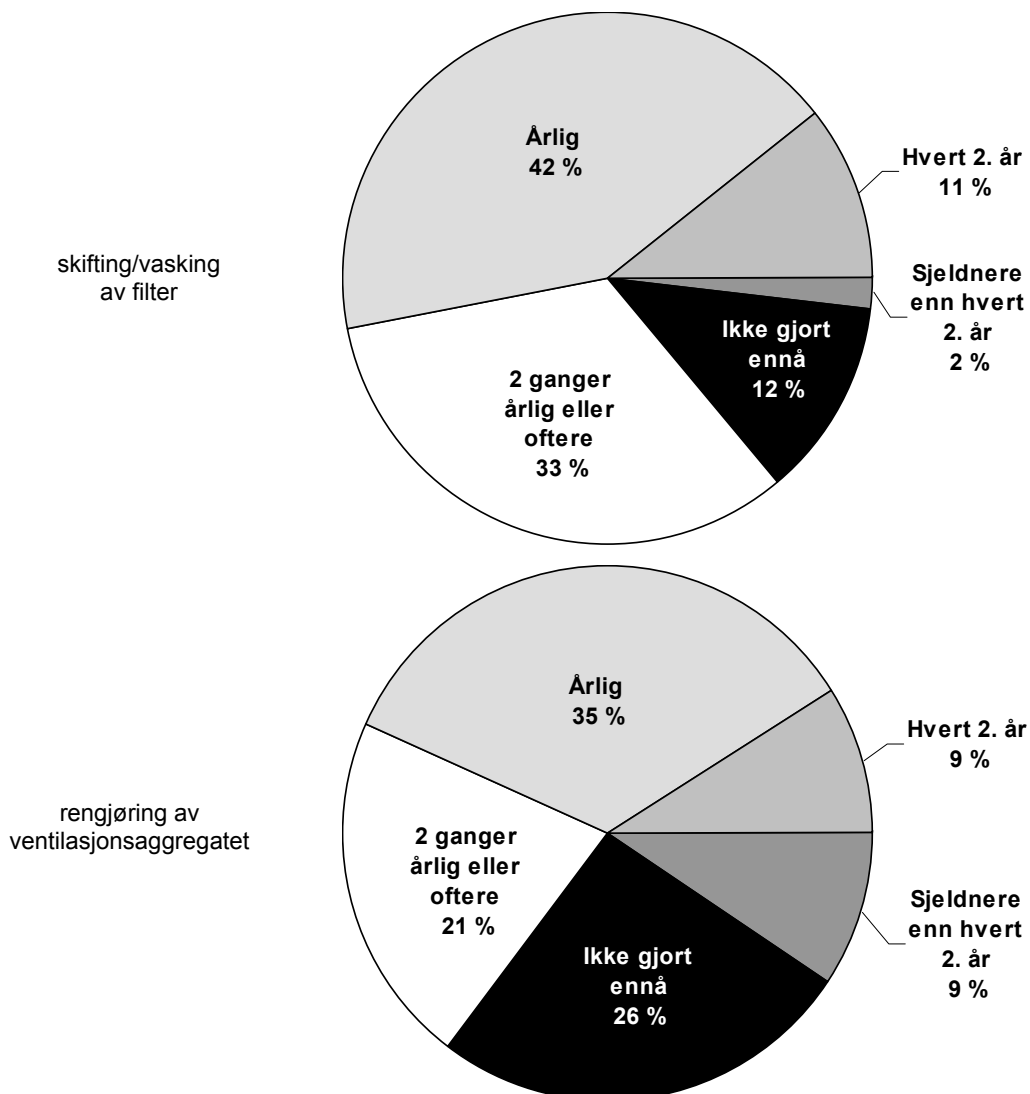


**Figur E.53**  
 “Har dere hatt tekniske problemer med anlegget ?” Sammenligning av fuktgjenvinnende og ikke-fuktgjenvinnende aggregater i de tre norske klimasoner. I likhet med Figur E.52 viser tegnet (▲) forventet andel med problemer ut i fra alderen på de individuelle anlegg ( $\chi^2$ -test:  $P=78.3\%$ )

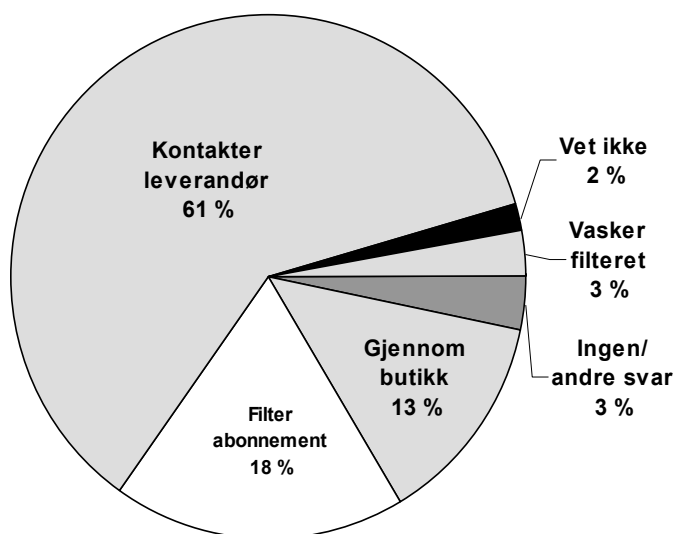


**Figur E.54**  
 Beregnet livsløpskostnader over 30 år for (i) feilretting ifm. klager om ventilasjon (dvs. uventet behov for utbedring av ventilasjonssystemet eller beslektede bygningskomponenter som tilluftsvinduer), pluss (ii) rutinemessig vedlikehold (dvs. forventet periodisk underhold av ventilasjonssystemet/bygningskomponenter), og (i) installasjonskostnad. Både naturlig avtrekk og mekanisk avtrekk innbefatter avtrekkssjakter/kanaler og vinduer med tilluftsspalt. Energikostnader og energibesparelser er ikke medregnet. 'lav' betyr rimelige installasjoner med slurvete vedlikehold, 'høy' betyr høy kvalitet installasjon med flittig vedlikehold.<sup>/35/</sup>

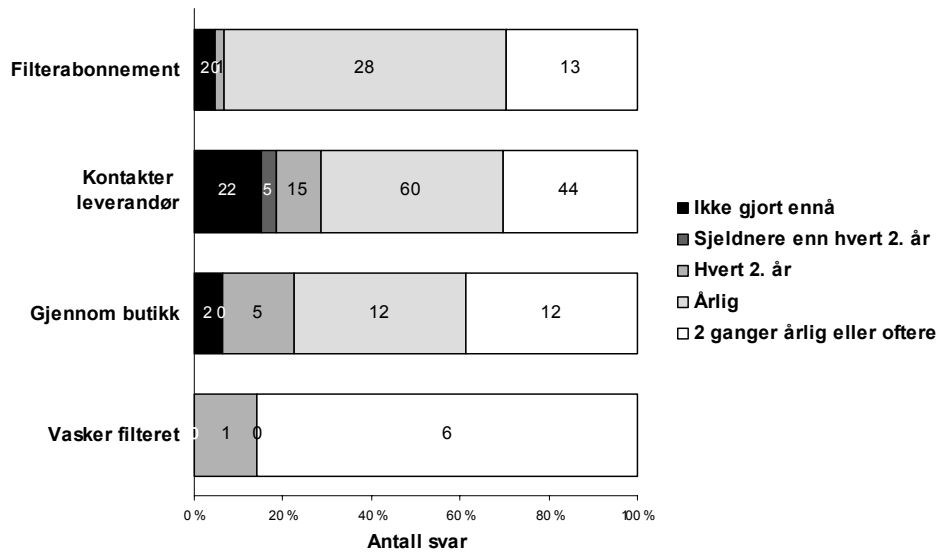
## E.6 Brukervaner og holdninger



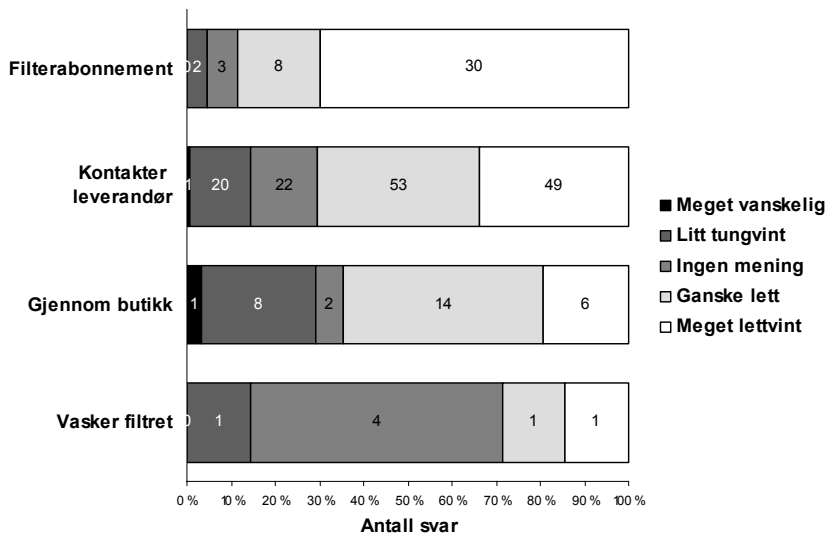
**Figur E.55** Vedlikeholdsrutiner: (Øverst) Hvor ofte bytter/vasker dere luftfilter ? (Nederst) Hvor ofte rengjør dere ventilasjonsaggregatet ?



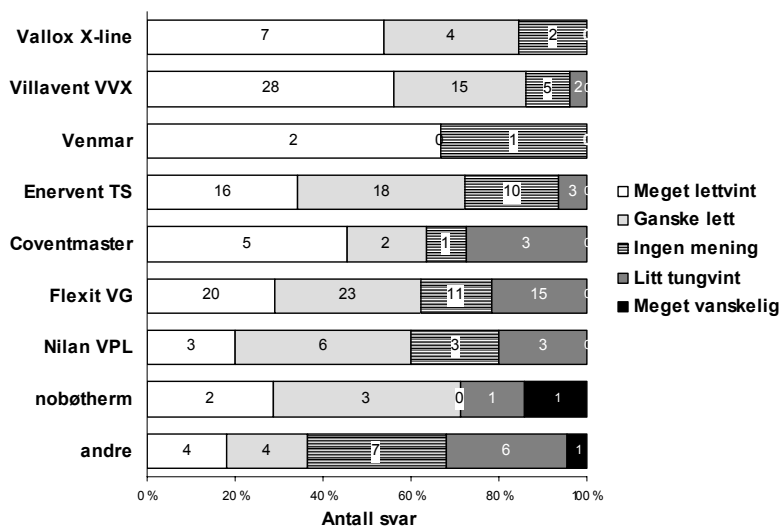
**Figur E.56** Hvordan får dere tak i luftfilter for ventilasjonsanlegget ?



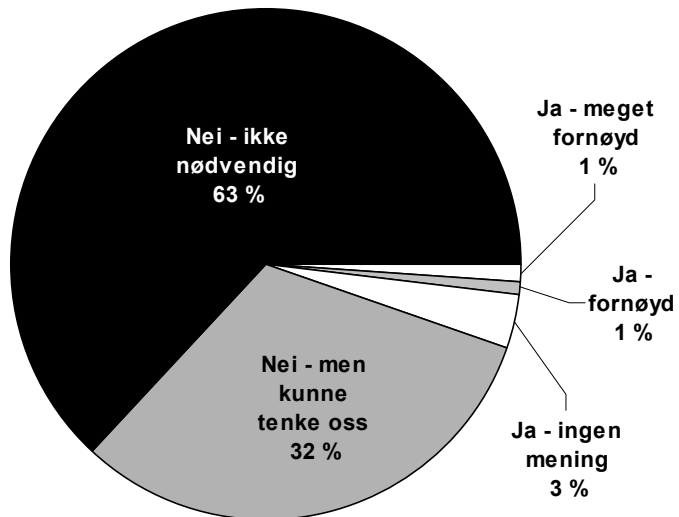
Figur E.57 Filterbyttefrekvens avhengig av kilde for nye filter



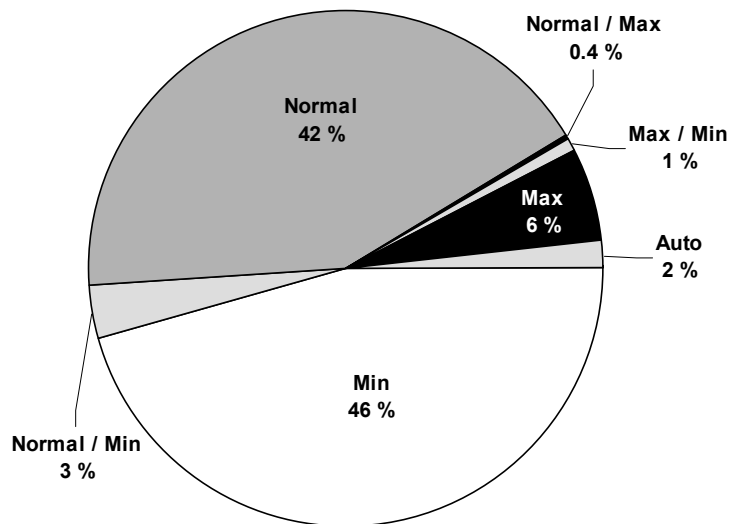
Figur E.58 Er det lett å få tak i luftfilter for ventilasjonsanlegget? , delt på de fire mest vanlige kilder



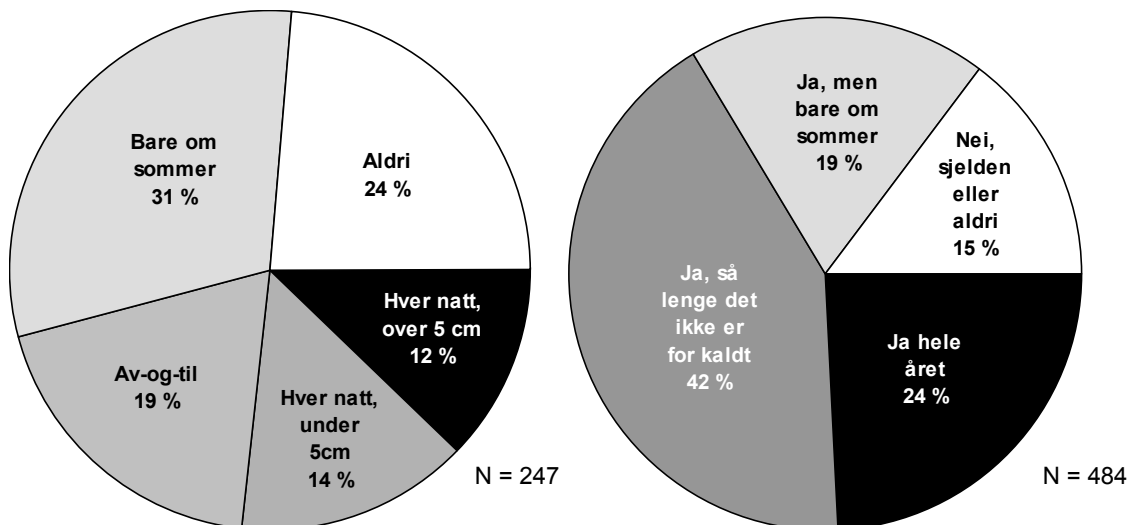
Figur E.59 Er det lett å få tak i luftfilter for ventilasjonsanlegget? , for de forskjellige produsentene



Figur E.60 Har dere serviceavtale ?



Figur E.61 Hvilken driftsstilling (viftetrinn) pleier dere å ha anlegget på ?



Figur E.62 Åpner dere vinduer på soverom om natten ? (Venstre) Fra nåværende spørreundersøkelse om balansert ventilasjon. (Høyre) Fra spørreundersøkelse i boligfelt Holt/Vestvollen i 1993; ca.  $\frac{2}{3}$  av disse boligene har mekanisk avtrekksventilasjon og  $\frac{1}{3}$  har balansert ventilasjon<sup>1/1</sup>.

## F NORMALISERING AV ENERGISTATISTIKK FOR BOLIGER

Energiforbruket som ble rapportert i spørreundersøkelsen ble korrigert av Byggforsk for boligareal og antall beboere basert på statistikken i ref./18/. I tillegg ble den korrigert for lokal klima (graddagstall i kommunen) iht. ref./17/. Det ble ikke korrigert for boligens alder, siden de eldre boliger i denne undersøkelsen ofte er etterisolert i forbindelse med rehabilitering med balansert ventilasjon. Dessverre ble det ikke funnet nasjonal statistikk av tilstrekkelig detalj for å kunne kalibrere koeffisient  $k$  i Formell (F.1) mot norske boliger med naturlig eller mekanisk avtrekksventilasjon, så koeffisienten ble kalibrert kun mot datasettet i denne spørreundersøkelsen, slik at boligene i undersøkelsen i gjennomsnitt hadde et energiforbruk i år 2000 lik  $kWh_{norm}$ , som vist i Figur E.40 (halvparten av boligene ligger hhv. over og under denne normen).

Energiforbruket  $kWh_{norm}$  er boligens samlet energiforbruk (til belysning, varmt vann, oppvarming osv.) fra alle energikilder inkludert parafin/olje, ved, og selvfølgelig strøm.

$$kWh_{norm} = k G A^{0.7} P^{0.1} \quad (\text{F.1})$$

hvor

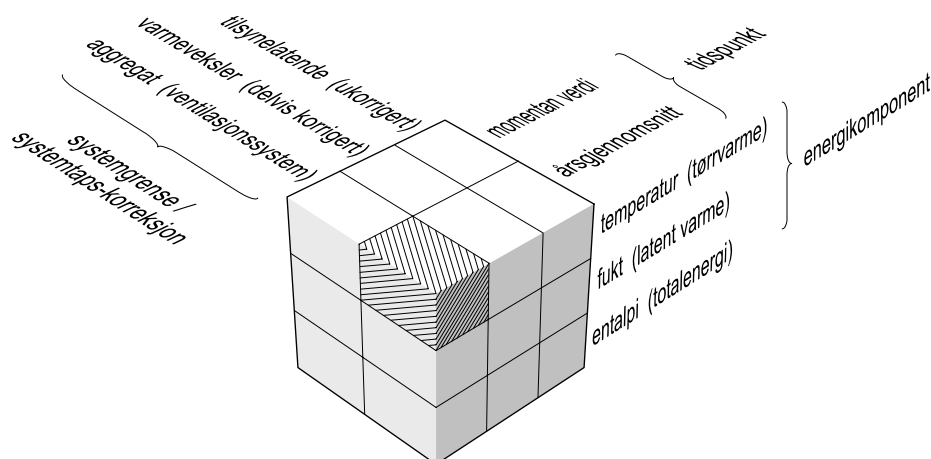
- $k$  koeffisient = 0.165 Gjelder eneboliger med varmegjenvinning
- $G$  Lokalt graddagstall for år 2000 (referanse 17°C), <sup>/17/</sup> [K·d]
- $A$  Oppvarmet boligareal [m<sup>2</sup>]
- $P$  Antall beboere

## G HVA ER VIRKNINGSGRAD OG ÅRLIG ENERGIBESPARELSE ?

### G.1 Definisjoner av virkningsgrad

'Virkningsgrad' betegner hvor effektivt varmegjenvinneren overfører varme eller fukt fra avtrekksluften til tilluften. Det er dessverre ingen omforent definisjon av de populære begrepene 'temperaturvirkningsgrad' og 'årvirkningsgrad'. Byggforsk har derfor tatt i bruk en ny og klarere definisjon: 'aggregatets varmevirkningsgrad' og 'aggregatets årsvarmevirkningsgrad'. De forskjellige tolkninger av virkningsgrad grunner seg ut i følgende tre forhold (illustrert nedenfor i Figur G.1):

1. Hvor man setter systemgrensen, og hvilken grad man korrigerer for systemtap
2. Hvilken energikomponent: Tørrvarme, fukt eller totalentalpi (tørrvarme + fukt).
3. Hvilke tidspunkt virkningsgraden gjelder: Momentanverdi eller årsgjennomsnitt.



**Figur G.1**

En kubisk matrise som illustrerer mangfoldet av mulige typer virkningsgrad, en kombinasjon av (1) systemgrense / systemtaps-korreksjon, (2) energikomponent, og (3) tidspunkt. Folk flest behøver bare å forholde seg til én type virkningsgrad, nemlig 'aggregatets årsvarmevirkningsgrad' som er den fremste, skraverte brikken.

#### (1) Systemgrensen og systemtap

Virkningsgraden avhenger av hvor man setter systemgrensen, om det gjelder selve varmeveksleren, hele aggregatet eller hele ventilasjonssystemet, cf. Figur G.2. For å beregne netto energibesparelse ved varmegjenvinning, må man ta hensyn til samtlige energitap i ventilasjonssystemet. Eksempler på systemtap er: andelen av energiforbruket til viftene og forvarmebatteriet som tapes i avkastluften, varmetap og luftlekkasje fra aggregatkassen, varmetap og luftlekkasjer fra kanaler, kortslutning (resirkulasjon) internt i aggregatet og mellom avkast og friskluftinntak utendørs, og infiltrasjon i boligen forårsaket av ubalanse mellom tillufts- og avtrekksluftmengden.

Aggregatprodusenten bør dokumentere aggregatets netto virkningsgrad, fortrinnsvis med nøytrale laboratoriemålinger. Aggregatets virkningsgrad innbefatter alle systemtap bortsett fra uforutsigbare varmetap og lekkasjer som forekommer eksternt i kanalsystemet. Kvaliteten på utførelse av kanalsystemet kan variere fra hus til hus, og kan ikke tilskrives selve aggregatet under laboratoriemålingene. Dersom boligens kanalsystem blir godt utført, dvs. kanalene er lufttette og godt isolerte, og det ikke er kortslutning mellom avkast og

friskluftinntak utendørs, kan de uforutsigbare tapene i kanalsystemet neglisjeres, og aggregatets virkningsgrad blir tilnærmet lik virkningsgraden for hele ventilasjonssystemet.

Ventilasjonssystemets momentane varmevirkningsgrad kan lett vint kontrolleres med følgende forenklet Formell (G.1) ved å måle inne-/utetemperatur, og temperaturen i avkastluften. Likedan kan aggregatets varmevirkningsgrad kontrolleres ved å måle temperaturen i tilluftskanal, avtrekkskanal og avkastkanal ved aggregatet:

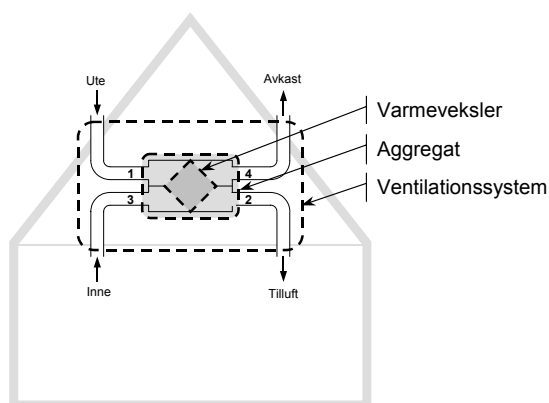
$$\eta_{system} \approx \frac{T_{inne} - T_{avkast}}{T_{inne} - T_{ute}} \quad \eta_{aggregat} \approx \frac{T_3 - T_4}{T_3 - T_1} \quad (G.1)$$

hvor

- $\eta$  Cirkaverdi for ventilasjonssystemets eller aggregatets varmevirkningsgrad
- $T$  Lufttemperatur [°C]
- 1,3,4 Henvisninger til hhv. friskluft, avtrekksluft, og avkastluft. Forklart i Figur G.2 under.

Formellen er mindre nøyaktig ved kondensering, isdannelse, ved ikke-balanserte luftmengder, eller ved høy andel resirkulert friskluft i avkastluften. I laboratoriemålingene er det brukt en annen mer nøyaktig og komplisert formell som tar hensyn til alle slike forhold (Formell 2 i laboratorieprotokollen<sup>13/</sup>). Ved kondensering i aggregatet vil Formell (G.1) underestimere varmevirkningsgraden noe.

Dokumentasjon av aggregatets netto varmevirkningsgrad er forholdsvis nytt, og ble utført for første gang i Norden i dette prosjektet. Tidligere har produsenter dokumentert virkningsgraden på selve varmeveksleren (illustrert som den innerste skyggelagte diamanten i Figur G.2). Varmevekslerens virkningsgrad er lettere å måle og dokumentere enn aggregatets virkningsgrad, og er omtrent 4~8% høyere. Den er korrigert for temperaturhevingen fra tilluftsviften, men ikke for bl.a. andelen av vifteenergi og forvarming som tapes i avkastluften og luftlekkasjer internt eller tap fra aggregatkassen. Varmevekslerens virkningsgrad er ikke av overordnet interesse, siden 'aggregatets virkningsgrad' gir et mer korrekt mål for netto energibesparelse.



**Figur G.2**

*Illustrasjon av forskjellige systemnivåer som er diskutert i teksten*

Tradisjonelt har man også målt og dokumentert aggregatets tilsynelatende virkningsgrad (egentlig tilluftens oppvarmingsgrad). Den er meget lett vint å måle og innebærer ingen korrigeringer. Se Formell (G.2), som gjelder for et ideelt balanserte anlegg. Normalt er den 8~16% høyere enn aggregatets netto varmevirkningsgrad, men kan bli enda høyere når forvarmebatteri er i bruk – den er derfor ikke en indikasjon på energibesparelse, og er villedende ved bruk i markedsføring. Den gir derimot en nyttig indikasjon på aggregatets



'komfortegenskaper', dvs den forteller hva temperaturen på tilluften blir når det er kaldt ute. Produsenter bør gå bort fra å oppgi aggregatets tilsynelatende virkningsgrad i produktokumentasjon, men heller oppgi målt tilluftstemperatur. Dette har vi gjort på dataarkene i Vedlegg H.

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_1} \quad (\text{G.2})$$

hvor

- $\eta$  Aggregatets tilsynelatende tørrvarmevirkningsgrad, tilsynelatende fuktvirkningsgrad eller tilsynelatende totalentalpivirkningsgrad  
 $T$  Enten lufttemperatur [°C], absolutt fuktighet [kg vann/kg luft] eller totalentalpi [kJ/kg].

Dessverre er det ingen entydig definisjon på begrepet 'temperaturvirkningsgrad', – avhengig av målemetode, kan det faktisk være *varmevekslerens tørrvarmevirkningsgrad* eller *aggregatets tilsynelatende tørrvarmevirkningsgrad*, som begge er beskrevet ovenfor. Ingen av disse bør benyttes i energiberegninger. Selv om NS 3031 bruker begrepet «varmegjenvinnerens temperaturvirkningsgrad», bør dette tolkes til å bety *systemets varmevirkningsgrad* som er tilnærmet lik *aggregatets varmevirkningsgrad*.

## (2) Energikomponent

Virkningsgrader kan måles og dokumenteres for både lufttemperatur (følbar tørrvarme) og for luftens fuktinnhold (latent varme). Disse kalles hhv. varmevirkningsgrad og fuktvirkningsgrad. Det er også mulig å sammenstille disse i en total virkningsgrad for totalentalpi (totalentalpi er totalt varmeinnhold pr kg luft, dvs. summen av tørrvarmen og latent varme). Latentvarme er energien som trengs for å fordampe vann.

Aggregatets *varmevirkningsgrad* er nettoandelen av gjenvinnbar tørrvarme i avtrekksluft som blir gjenvunnet og sendt tilbake til boligen i tilluften. Virkningsgraden uttrykker derfor netto reduksjon i varmetap (tørrvarme) til ventilasjon i forhold til energibehovet for naturlig ventilasjon med samme luftmengde uten varmegjenvinning. Derfor er det *varmevirkningsgrad* som bør benyttes i lønnsomhetsberegninger.

Aggregatets *fuktvirkningsgrad* er nettoandelen av gjenvinnbar fuktighet i avtrekksluft som blir gjenvunnet og sendt tilbake til boligen i tilluften.

Aggregatets *totalentalpivirkningsgrad* er netto økning i tilluftens totalentalpi i forhold til differansen i totalentalpi mellom avtrekksluft og tilluft før varmegjenvinner. Aggregatets *totalentalpivirkningsgrad* er korrigert på samme måte som *varmevirkningsgraden*. Det er bare aktuelt å benytte totalentalpivirkningsgrad for forenklet estimering av økonomisk besparelse i tilfeller der bygget har befukting ev. avfukting (ifm. air-conditioning), og energiforbruket til befuktingen/avfuktingen avtar som resultat av fuktgjenvinning. For nøyaktigere beregninger bør tørrvarme og latentvarme beregnes hver for seg. Totalentalpivirkningsgrad kan derfor benyttes for forenklete beregninger av spesielle bygg som har klimaanlegg og befukting ev. avfukting for å holde en konstant relativ fuktighet, men anbefales ikke for beregninger av boliger. Se side 87

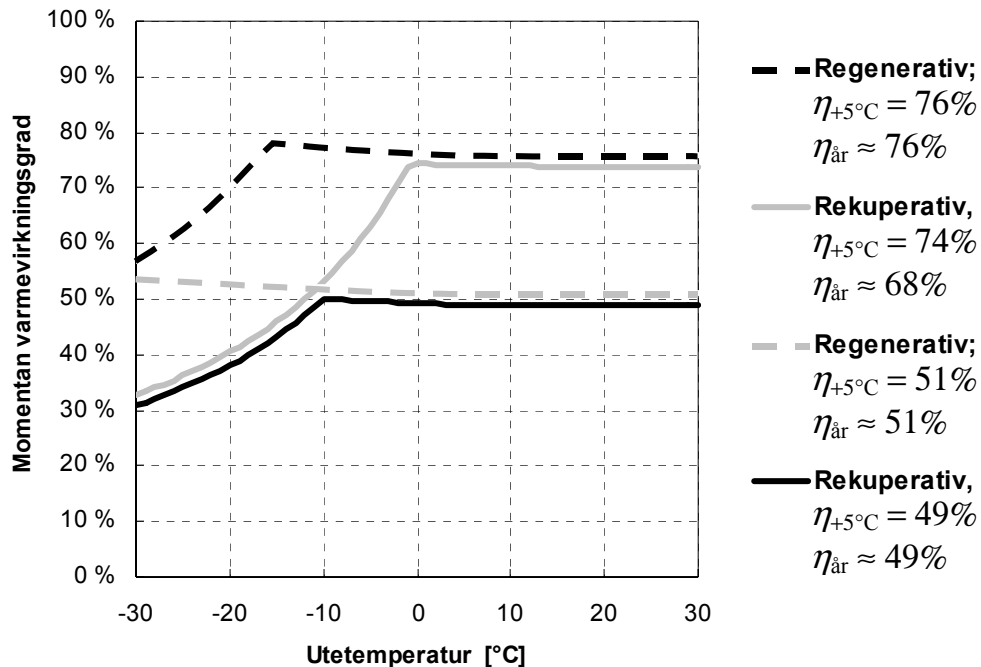
## (3) Tidspunkt

*Momentane verdier:* Som regel er virkningsgrad avhengig av luftmengden, inne- og utetemperatur, innendørs og utendørs luftfuktighet og ev. forskjell mellom tillufts- og avtrekksluftmengdene. Disse forhold bør derfor oppgis sammen med dokumenterte virkningsgrader. Figur G.3 illustrerer virkningen av utetemperatur på virkningsgrad for fire typer varmegjenvinner.

**Årsvirkningsgrad:** Årsverdien er den gjennomsnittlige verdien for virkningsgrad over hele fyringssesongen for en konkret bygning og klima. Den tar hensyn til f.eks. perioder med nedsatt virkningsgrad pga. avising i gjenvinneren. Årsverdien gjelder et spesifikk klima, bygg (bygningens interne varmetilskudd og varmetap påvirker fyringssesongens lengde), luftmengde, og forløp for innetemperatur/fuktighet i bygningen. Årsvirkningsgraden er beskrevet mer detaljert nedenfor. Typiske verdier er listet i Tabell G.1.

Ved lave utetemperaturer kan vanddampen i avtrekksluften bli nedkjølt til under duggpunktstemperaturen og utfelles som kondens. Når avtrekksluften kjøles ned under 0°C vil dette vannet fryse til is. I hvilken grad ising fører til driftsproblemer, avhenger av type varmegjenvinner og driftsforhold. Det er viktig at kondensvannet kan renne av uhindret under drift og at det renner i luftens strømningsretning. For regenerative varmegjenvinnere vil isen vanligvis forsvinne av seg selv pga. vekslingen av luftstrømmene gjennom varmegjenvinneren. Avisingsutstyr er spesielt nødvendig for statiske gjenvinnere med høy virkningsgrad. Vanlige frostsikringsmetoder er bypass, forvarming, periodisk stans av tilluftsvifte, og resirkulasjon. Frostsikring bør bare brukes når det er nødvendig, fordi det reduserer varmeeffektiviteten. Innkobling av avisingsmodus bør skje automatisk, f.eks. med en termostat, ev. i forbindelse med en fuktighetsføler, som registrerer når frysing begynner.

Rekuperative varmegjenvinnere får nedsatt virkningsgrad når det er kuldegrader ute. Dette er på grunn av at avkasttemperaturen bør alltid holdes over 0°C (frostsikring). Regenerative varmegjenvinnere kan derimot øke virkningsgraden noe når det er kaldere, på grunn av økt kondensering, som vist i Figur G.3. Omsider vil også regenerative varmegjenvinnere ha behov for frostsikring når det er spesielt kaldt, under ca -15°C ~ -20°C avhengig av fuktnivået i avkastluften og aggregatets varme- og fuktvirkningsgrader.



**Figur G.3**

*Virkningsgrad avhengig av utetemperatur for fire forskjellige aggregater med effektiv frostbeskyttelse. Nøkkelen oppgir varmeeffektivitet ved +5°C ute, og årsvarmeeffektivitet som gjelder en moderne enebolig i Oslo-klima. Både rekuperative og regenerative gjenvinnere kan fryse som følge av utilstrekkelig frostbeskyttelse, men regenerative gjenvinnere fryser bare under svært kalde forhold eller ved spesielt fuktig avtrekksluft. Ved mangelfull frostbeskyttelse vil virkningsgraden droppe til 0% som følge av gjenfrysing av aggregatet; beboeren bruker da vinduslufting.*

## G.2 Årsvarmevirkningsgrad

For å beregne energibesparelsen ved bruk av varmegjenvinner, må ventilasjonsvarmetapet ses i sammenheng med hele energibalansen for boligen. Beregningen må ta hensyn til variasjonene i bl.a. infiltrasjonsvarmetap, varmetilskuddet fra solen og interne varmekilder. Dette innebærer at man bruker en beregningsmetode som angitt i NS-EN 832 /<sup>22/</sup> (etterfølgeren til NS 3031 som er implementert i regnearket 'Varmetap og energibehov i småhus' /<sup>11/</sup>, også kjent som Energirammemetoden). Det mest riktige metoden å ta hensyn til varmegjenvinning er å bruke den gjeldende verdi for momentan netto varmevirkningsgrad i hver enkelt beregningsperiode (dvs. hver time), siden varmevirkningsgraden påvirkes av uteklimaet, f.eks. reduseres virkningsgrad ved avfrosting (cf. Figur G.3). Dette innebærer at man har tilgang til måledata for varmevirkningsgrad målt under forskjellige klimaforhold. Men i mange tilfeller kan det være ønskelig å kunne bruke en middelvei for virkningsgrad som gjelder hele året. *Årsvarmevirkningsgraden* er derfor den ekvivalente konstante verdien for varmevirkningsgrad over hele året som resulterer i nøyaktig det samme netto oppvarmingsbehov i energirammeberegningen som om man hadde brukt de gjeldende verdier for momentane nettovirkningsgraden i hver enkel beregningsperiode. Årsvarmevirkningsgraden er tilnærmet en graddøgns-veid gjennomsnitt av aggregatets momentane netto-virkningsgrad gjennom fyringssesongen for bygget, som definert i Formell (G.3), side 84. Hvis aggregatets momentane varmevirkningsgrad er konstant hele året, vil årsvarmevirkningsgraden være lik denne.

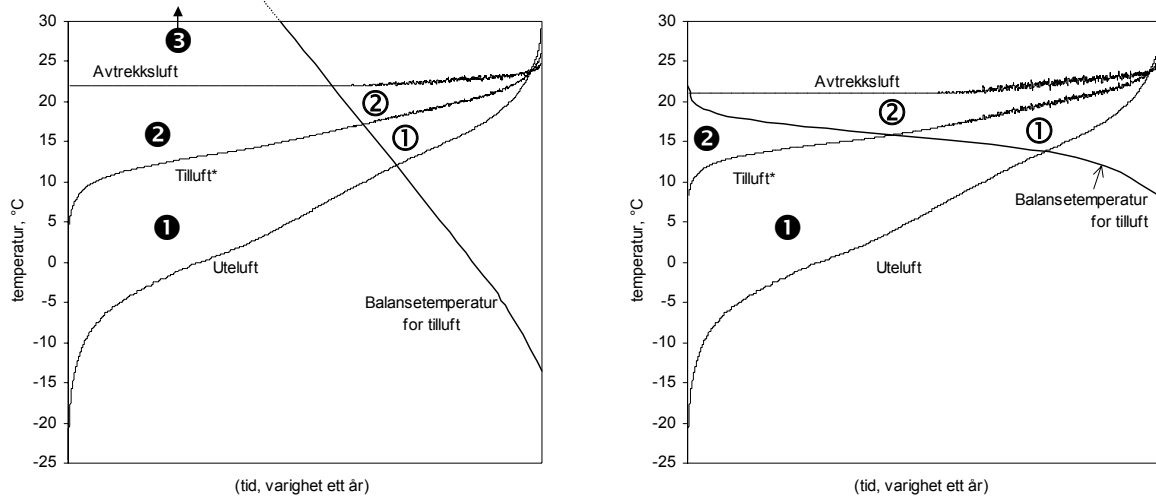
Dersom man utfører en energirammeberegning med varmevirkningsgrad lik null, får man netto oppvarmingsbehov for bygget dersom den ikke har gjenvinner og ingen avtrekksvifte (dvs. ren naturlig ventilasjon). Man kan derfor si at årsvarmevirkningsgraden er reduksjonen i årlig varmetap til ventilasjon i forhold til årlig varmetap ved naturlig ventilasjon uten varmegjenvinning. Energiforkruk til avtrekksvifter inngår ikke i energigrammen i dagens byggeforskrifter. Det forventes derimot at neste revisjon av energigrammen vil inkludere energiforbruk til avtrekksvifter o.l. Vår definisjon av varmevirkningsgrad og årsvarmevirkningsgrad er derfor fremtidsrettet.

Aggregatets produsent bør kunne oppgi årsvarmevirkningsgrad dersom de får opplysninger om lokal klima og bygningstype. Årsvarmevirkningsgraden for et produkt avhenger av følgende forhold:

- **Luftmengde** – virkningsgraden er lavere ved høyere luftmengde.
- **Lokalt klima** – varighetskurve for utetemperatur. Ofte blir klimaet i Oslo benyttet som standard, men det er ikke representativt for alle landsdeler.
- **Boligens balansetemperatur** – kjennetegner boligens interne varmetilskudd, solvarmetilskudd, boligens isoleringsgrad og andre egenskaper som varmegjenvinning.

Beregningen med NS-EN 832 kan illustreres med et temperaturvarighetsdiagram (Figur G.4). Figuren viser eksempler på temperaturvarighetskurver for varmegjenvinnere i Oslo for hhv. (a) en bolig og (b) et kontorbygg. Arealene i diagrammet representerer energi. I figurene er 'Tilluft\*' lik temperaturen på tilluften like etter varmeveksleren, dvs. den nyttige temperaturhevingen fra tilluftsviften og forvarmebatteriet er trukket fra, og dermed er den litt lavere enn den faktiske tilluftstemperaturen. Tilluftens balansetemperatur er den nødvendige temperaturen for at det ikke skal være oppvarmingsbehov, dvs. interne varmetilskudd (sol, personer, belysning osv.), kombinert med varmegjenvinning, er tilstrekkelig til å holde romtemperaturen på ønsket nivå. Hvis tilluftstemperaturen overstiger denne balansetemperaturen, vil det føre til overoppheting i bygningen. Balansetemperaturen kan variere fra en bygning til en annen, avhengig av bl.a.

isolasjonsgrad, lekkasjetett, sol og andre varmetilskudd. En moderne forskriftsmessig bolig med god varmegjenvinning har ca. 12°C ved start/slutt på fyringssesongen, og ca. 15°C uten varmegjenvinning. Symbolene ①, ②, ① og ② merker fire områder.



**Figur G.4**

(a) Varighetskurve for moderne enebolig, med 60% årsvarmevirkningsgrad

(b) Varighetskurve for moderne kontorbygg med 70% årsvarmevirkningsgrad

- Areal ① + ② + ① + ② representerer det teoretiske maksimale energitapet til ventilasjon dersom bygningen ikke har varmegjenvinning (dvs. ventilasjonsvarmetapet).
- Areal ① + ② er andelen av ovennevnte ventilasjonsvarmetap som dekkes av interne varmetilskudd (sol, personer, utstyr osv). Gjenvinning av dette fører til unødvendig overskuddsvarme i boligen.
- Areal ① + ② er andelen av ventilasjonsvarmetapet som er varme fra kjøpt energi dersom bygningen ikke har varmegjenvinning.
- Areal ① + ① er energi som er gjenvunnet av varmegjenvinneren, hvorav ① ikke fører til reduksjon i fyringsutgifter (overskudd av varme) og ① er reduksjon i fyringsutgifter.
- I spesielle tilfeller der aggregatets varmevirkningsgrad er konstant hele året, er (års)varmevirkningsgraden nøyaktig lik :  $\frac{①+①}{①+②+①+②}$

Ellers, i generelle tilfeller, der varmevirkningsgraden ikke er konstant over året, kan årsvarmevirkningsgraden beregnes med tilstrekkelig nøyaktighet slik:

$$\eta_{\text{år}} = \frac{\sum_{i=1}^{8760} [\eta_i (T_{\text{inne}} - T_{\text{ute}})]^*}{\sum_{i=1}^{8760} [T_{\text{inne}} - T_{\text{ute}}]^*} \quad (\text{G.3})$$

$i$  Time nr. i året

$\eta_i$  Aggregatets momentane varmevirkningsgrad ved time  $i$  (funksjon av utetemperatur og luftmengde). Dette interpoleres fra laboratoriemålingene. I dette prosjektet ble det tatt hensyn til aggregatets avrimingsfunksjon og økt kondensering ved lavere utetemperatur, iht. kurvene i Figur G.3. Den momentane varmevirkningsgraden ble beregnet for hver time i året avhengig av den momentane utetemperatur og innendørs fuktnivå.

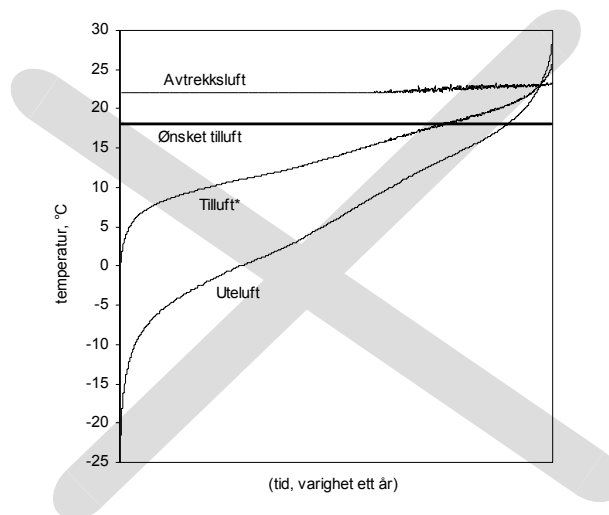
\* Betyr at bare de timer i året hvor  $T_{\text{ute}} < T_{\text{balanse}}$  er tatt med (dvs. fyringssesongen); andre timer er ignorert.

$T_{\text{balanse}}$  Balansetemperatur for bygningen ved start/slutt på fyringssesong; den avhenger av type bygning og virkningsgrad, typisk 13°C i en moderne bolig med gjenvinner.

- Areal ② er kjøpt energi som dekker resten av ventilasjonsvarmetapet i en bygning med varmegjenvinning. Denne varmen er fra oppvarmingssystemet i bygningen (f.eks. panelovner), ev. delvis fra et varmebatteri for tilluft i ventilasjonsaggregatet. Bredden på område ② er bygningens fyringssesong – jo høyere varmevirkningsgrad jo kortere sesong.
- Areal ③ gjelder generelt bare for boliger (Figur G.4a). Det representerer valgfri tilleggsoppvarming som kan tilføres tilluften i aggregatet uten at det fører til varmeoverskudd i bygningen. Tilluften blir da varmet opp høyere enn romtemperatur med et ettervarmebatteri eller med en varmepumpegjenvinner. Ulempen med slik tilleggsoppvarming er at varmetapet økes fra kanaler som går gjennom uoppvarmede rom (f.eks. kald loft), og den varmere tilluften kan holde seg nær taket i tilførselsrommene dersom det er mangelfull omrøring – noe som kan gi dårligere ventilasjonseffektivitet. Separate oppvarmingssystemer, f.eks. vannbåren gulvvarme, er å foretrekke.

Tradisjonelt har varighetskurven vist i Figur G.5 (nedenfor) blitt brukt for å beregne aggregatets årsvirkningsgrad og energibesparelsen med varmegjenvinning. Her er det antatt at gratis varmetilskudd (sol, personer) bidrar til å dekke en konstant del av ventilasjonsvarmetapet hele året, noe som gir et gratis temperaturløft fra 'Ønsket tilluft'-temperatur (f.eks. 17°C) opp til 'Avtrekksluft'-temperatur. Dette medfører at energiforbruket til ventilasjon (kjøpt energi) er arealet mellom 'Ønsket tilluft' og 'Tilluft\*'. Vanlige graddagstall (med f.eks. 17°C som balansetemperatur) ble vanligvis brukt i dette regnestykket.

Denne figuren er misvisende! Først og fremst tar den ikke hensyn til at *all* gjenvunnet varme bidrar til å redusere oppvarmingsbehovet for å dekke infiltrasjonsvarmetapet og transmisjonstap gjennom vegger om vinteren – dette gjelder også 'gratisvarmen' mellom 'Ønsket tilluft' og 'Avtrekksluft' i figuren under. Figuren er også misvisende ved at det interne varmetilskuddet ikke er konstant over året, men er større om sommeren grunnet høyere varmetilskudd fra solen.



**Figur G.5**  
Tradisjonell varighetskurve for beregning av årlig energibesparelse <sup>/39/</sup>

Det er derfor viktig at ventilasjonsvarmetapet ses i sammenheng med energibalansen for hele boligen, og at beregningen tar hensyn til variasjonene i interne varmekilder – som beregningsmetodene NS 3031 eller dens etterfølger NS-EN 832.

Det er altså varighetskurvene i Figur G.4 som er de korrekte.

**Tabell G.1**

Eksempler på verdier for aggregatets årsvarmevirkningsgrad og tilsynelatende temperaturvirkningsgrad for ulike typer varmegjenvinner. Se også Figur E.42 (side 69)

Type varmegjenvinner	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad	Tilsynelatende temperaturvirkningsgrad †
Mekanisk avtrekksventilasjon	- 5 % *	0 %
Naturlig ventilasjon (ingen gjenvinner)	0 %	0 %
Varmepumpe varmegjenvinner	40~58 % ‡	51~72 % ‡
Konvensjonell platevarmegjenvinner	43~60 %	54~74 %
Roterende varmegjenvinner	51~70 %	68~80 %
Motstrøms platevarmegjenvinner	60~75 %	88~90 %
Kammervarmegjenvinner	73~83 %	85~100 %

\* Mekanisk avtrekksventilasjon uten gjenvinning har en ekvivalent årsvarmevirkningsgrad på ca -5% pga. energien til drift av avtrekksviften som blir tapt i avkastluften.

† Momentanverdi målt ved +5°C utetemperatur. Tilsynelatende temperaturvirkningsgrad gir en indikasjon på aggregatets komfortegenskaper, men gir misvisende inntrykk av høyt energisparingspotensial.

‡ Varmepumpegjenvinner kan tilføre ekstra varme til boligen ved at tilluften får høyere temperatur enn avtrekksluften. Noen varmpumpegjenvinner kan også varme forbruksvann. Ekvivalent varmevirkningsgrad blir da noe høyere enn vist her.

### G.3 Besparelsen i kjøpt energi

*Nøyaktig beregning:* For å beregne besparelsen ved varmegjenvinning, må ventilasjonsvarmetapet ses i sammenheng med hele energibalansen for bygningen. Beregningen må ta hensyn til variasjonene i varmetilskuddet fra bl.a. solen og interne varmekilder. Det er derfor mest korrekt å gjøre energiberegningen illustrert i Figur G.4 ved å bruke en anerkjent energirammemetode (NS 3031 eller etterfølgeren NS-EN 832) eller et egnet simuleringsprogram, gjerne med timeverdier av klimadata. Det er fordelaktig om produsenter, forhandlere og ENØK rådgivere har et egnet dataverktøy tilgjengelig for å kunne gi råd om lønnsomheten av å velge et balansert ventilasjonsanlegg.

*Forenklet beregning:* Som et forenklet alternativ til energirammemetoden, kan energibesparelsen estimeres grovt med følgende forenklede ligning:

$$kWh_{spart} = 3 n V \eta k (22 - \bar{T}_u) \quad (G.4)$$

hvor

- 3 En konstant ( $1.2 \text{ kg/m}^3 \times 1050 \text{ J/kgK} \times 0.001 \text{ kW/W} / 3600 \text{ s/h} \times 8760 \text{ h/år}$ ) [ $\text{J/m}^3\text{K}$ ]
- $n$  Gjennomsnittlig luftomsetninger per time gjennom fyringssesongen pga. mekanisk ventilasjon (infiltrasjon ikke inkludert). Som regel 0.5 for boliger. Middelerdien skal ta hensyn til perioder når anlegget ikke er i drift, f.eks. ferier [ $\text{h}^{-1}$ ]
- $V$  Netto oppvarmet/ventilert bygningsvolum, er lik oppvarmet ventilert areal  $\times$  netto takhøyde, som er typisk 2.4 m i boliger [ $\text{m}^3$ ]
- $\eta$  Aggregatets årsvarmevirkningsgrad ved gjeldende luftmengde og lokalklima [tall mellom 0 og 1]
- $\bar{T}_u$  Årsmiddeltemperatur ute, lokalklima. Se Tabell G.3 eller Byggdetaljer 451.021, eller Meteorologisk instituttets webside <http://met.no> [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $k$  Andelen av gjenvunnet varme som utgjør en reduksjon i fyringsutgifter, dvs. ikke overskuddsvarme [tall mellom 0 og 1]:

$$k = a (1 - b \cdot \eta^3) \quad (G.5)$$

hvor konstantene  $a$  og  $b$  avhenger av bygningskonstruksjon og bruk. Se Tabell G.2 under.

**Tabell G.2**

Eksempler på verdier på konstantene a og b for bruk i forenklet beregning av energibesparelse

Type bygning		a	b
enebolig	bygget etter 1997, sammenlignet med naturlig ventilasjon	0,87	0,03
	bygget etter 1997, sammenlignet med mekanisk avtrekksventilasjon (trekk 7% fra virkningsgrad hvis plategjenvinner erstattes med 'sommerblokk' 3~4 måneder årlig)	0,98	0,12
leilighet	bygget etter 1997, sammenlignet med naturlig ventilasjon	0,83	0,06
barnehage	bygget etter 1997, sammenlignet med naturlig ventilasjon, i bruk på dagtid	0,87	0,14
skole	bygget etter 1987, sammenlignet med naturlig ventilasjon, i bruk på dagtid	0,79	0,30
kontorbygg	bygget etter 1987, sammenlignet med naturlig ventilasjon, i bruk 07:00-19:00	0,77	0,27

Ligningen er basert på beregninger etter NS 3031 på timebasis og med virkelige klimadata for utetemperatur og solstråling i forskjellige norske klimasoner, for forskjellige størrelser enebolig med isolasjon etter dagens byggeforskrifter. Den er mer korrekt enn beregninger basert på standard graddagstall, men gir allikevel et forenklet estimat i forhold til å bruke NS 3031 eller NS-EN 832. Ligningen har blitt validert mot energistatistikken vist i Figur E.42.

**Tabell G.3**

Årsmiddeltemperatur forskjellige steder i Norge <sup>/20/</sup>. For flere steder se f.eks. Byggdetaljer 451.021

Sted	Årsmiddeltemperatur [°C]	Sted	Årsmiddeltemperatur [°C]
Tromsø	2.9	Lillehammer	3.3
Vadsø	2.0	Nesbyen	2.5
Kautokeino	- 2.0	Hamar	3.7
Narvik	3.8	Voss	5.6
Bodø	4.6	Bergen	7.8
Mo i Rana	3.4	Gardermoen	4.3
Namsos	5.2	Oslo	5.9
Steinkjer	5.2	Buskerud	4.9
Trondheim	4.9	Kongsberg	4.8
Røros	0.5	Skudesnes	7.8
Molde	6.6	Horten	6.5
Åndalsnes	6.3	Skien	5.5
Ålesund	7.5	Tveitsund	5.2
Dombås	1.7	Stavanger	7.6
Vinstra	2.7	Halden	6.7
Førde	6.0	Tonstad	6.4
Lærdal-Tønjum	6.1	Grimstad	7.4
Rena	2.6	Kristiansand	7.2

## G.4 Når bør totalentalpivirkningsgrad brukes ?

I dette prosjektet har virkningsgrader for alle energikomponentene blitt målt (tørrvarme, latentvarme og totalentalpi). «Aggregatets varmevirkningsgrad» er en tørrvarmevirkningsgrad. Tørrvarme er også kjent som 'tørr-entalpi' (*sensible enthalpy*).

### Skal man sette en prislapp på gjenvunnet fukt ?

Totalentalpivirkningsgrad kan virke misvisende ved sammenligning av ventilasjonsaggregater for boliger. Et fuktgjenvinnende aggregat har høyere totalentalpivirkningsgrad enn et tilsvarende aggregat uten fuktgjenvinning men som har samme varmevirkningsgrad og dermed samme besparelse i fyringsutgifter. Forskjellen i totalentalpivirkningsgraden mellom disse to produkter representerer egentlig bare gjenvunnet latentvarme (vanndamp). Vanndamp er et biprodukt fra nødvendige aktiviteter i boliger som matlaging, vasking, og menneskelig respirasjon. Uansett aggregatets fuktgjenvinningsgrad, vil installasjon av et ventilasjonsanlegg ikke føre til en endring i dampproduksjonen (eneste unntak er bruk av luftfukter). Siden varmegjenvinneren ikke påvirker dampproduksjonen, er det følgelig ingen umiddelbar kostnadsbesparelse ved å gjenvinne denne fukten. I forbrukertesten har

Byggforsk derimot premiert fuktgjennvinnende aggregater ved å gi poeng for bedre komfort om vinteren pga. høyere innendørs luftfuktighet (Tabell J.1, egenskap 'Innendørs luftkvalitet').

Det eneste tilfelle man bør sette en prislapp på gjenvunnet vanndamp, er hvis man inkluderer driftskostnadene til en luftfukter, som holder innendørs luftfuktighet over f.eks. minst 25%RF til enhver tid. Det er flere problemer med dette: For det første er luftfuktere svært lite brukt i nordiske boliger – de aller fleste husstander ikke er så opptatt av at luften er tørr noen uker i året, at de påtar seg bryet med anskaffelse, driftsutgifter og vedlikehold av luftfuktere i boligen sin (avfuktere derimot brukes i ca. 5% av boliger). For det andre, frarådes sterkt bruk av luftfuktere i boliger, bl.a. pga. risiko for kondensskader, muggvekst og husstøvmidd /8/9/30/. Befukting i boliger er aktuelt bare i helt spesielle medisinske tilfeller (f.eks. barn med krupp /31/). Luftfukteren skal da være plassert i barneværelset slik at den bare befukter rommet, ikke hele boligen /9/. Se også side 11.

### Svakheter ved energiberegninger basert på totalentalpi

Uansett om bygningen har befukting eller ei, kan forenklete energiberegninger basert på totalentalpivirkningsgrad lettvis gi unøyaktig svar på kostnadsbesparelse. Det er mest korrekt, å heller beregne spart tørrvarme (i en energirammemetode), og beregne separat tilleggsbesparelse i latentvarme dersom bygningen har en luftfukter som får lavere driftskostnader som følge av fuktgjennvinning (Formell G.6). Et eksempel på en slik beregning er vist i Tabell G.4, *Alternativ 1*, for et 200 m<sup>2</sup> bygg med en varmegjenvinner med 50% tørrvarmevirkningsgrad og 50% fuktvirkningsgrad, dvs. 50% totalentalpivirkningsgrad. Denne beregningsmetoden tar nøyaktig hensyn til perioder med overskudd av hhv. varme og fukt i bygningen. Tre andre alternative beregningsmetoder, basert på totalentalpi, er vist i tabellen. Alternativ 2a og 2b er de mest vanlige metoder, og har uakseptabel stor feilmargin. Feilen skyldes flere forhold. Noen av feilene kan reduseres ved å bruke en litt mer komplisert beregning som i Alternativ 2c, men også denne avviker fra det korrekte svaret som Alternativ 1 gir.

**Tabell G.4**

*Sammenligning av metoder for beregning av spart energi for et tenkt 200 m<sup>2</sup> bygg med intern fukttilskudd på 8.7 kg/døgn, befukting opp til 15%RF, 30%RF eller 45%RF, og en fuktgjennvinnende varmegjenvinner med 50% virkningsgrad. Bygningens balansetemperatur er ca. 12°C. Alle beregninger er basert på timesvis virkelig klimadata (Design Reference Year for Oslo, fra Meteorologisk institutt). Romtemperatur er 22°C i fyringssesongen. Besparelsene er relativ til naturlig ventilasjon (ca. 600 kWh mer ved mek.avtrekk).*

Befukting opp til (%RF) :		15%	30%	45%
Ref.	Spart energi (tørrvarme) dersom bygningen ikke har befukting, dvs. normalt. Beregnet med NS-3031	4878 kWh	4878 kWh	4878 kWh
Alt. 1	Beregning med tørrvarme (tørrvarmevirkningsgrad) og latent varme (netto fuktvirkningsgrad) hver for seg.	<b>4916 kWh</b>	<b>5810 kWh</b>	<b>7601 kWh</b>
Alt. 2a	Forenklet estimat basert på totalentalpivirkningsgrad, med fyringssesong definert som $h_{ute} < h_{inne}$	5826 kWh	6771 kWh	8514 kWh
Alt. 2b	Forenklet estimat basert på totalentalpivirkningsgrad, med fyringssesong definert som $T_{ute} < 17^{\circ}\text{C}$	5702 kWh	6632 kWh	8259 kWh
Alt. 2c	Best estimat basert på totalentalpivirkningsgrad, med fyringssesong definert som $T_{ute} < 12^{\circ}\text{C}$ og $h_{ute} < h_{inne}$	5188 kWh	6092 kWh	7531 kWh

Alternativ 1 beregnes slik:

$$\begin{aligned}
 kWh_{\text{total spart}} &= kWh_{\text{spart tørrvarme}} + kWh_{\text{spart latentvarme}} \\
 &= kWh_{\text{spart tørrvarme}} + \frac{h_{fg} V}{3600 \cdot 1000} \sum_{i=1}^{8760} \left[ \begin{aligned} &\max\{0, \rho \cdot (x_{inne,i} - x_{ute,i}) (n_{inf} + n_{vent}) - g\} \\ & - \max\{0, \rho \cdot (x_{inne,i} - x_{ute,i}) (n_{inf} + n_{vent} (1 - \eta_{fukt,i})) - g\} \end{aligned} \right] \quad (\text{G.6})
 \end{aligned}$$



Alternativene 2a, 2b og 2c ble beregnet hhv. slik :

$$kWh_{\text{total spart}} \approx \frac{V}{3600 \cdot 1000} \sum_{i=1}^{8760} \max\{0, n_{\text{vent}} \cdot \rho \cdot \eta_{\text{totalentalpi},i} (h_{\text{inne}}^{\text{settpkt}} - h_{\text{ute},i})\} \quad (\text{G.7})$$

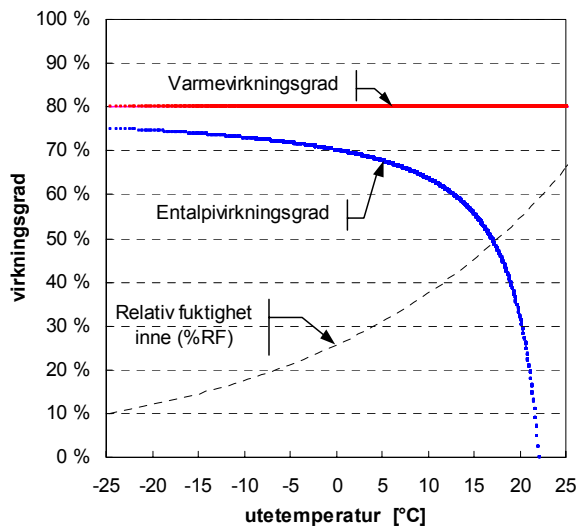
$$kWh_{\text{total spart}} \approx \frac{V}{3600 \cdot 1000} \sum_{i=1}^{8760} [n_{\text{vent}} \cdot \rho \cdot \eta_{\text{totalentalpi},i} (h_{\text{inne}}^{\text{settpkt}} - h_{\text{ute},i})]^* \quad (\text{G.8})$$

$$kWh_{\text{total spart}} \approx \frac{V}{3600 \cdot 1000} \sum_{i=1}^{8760} \max\{0, n_{\text{vent}} \cdot \rho \cdot \eta_{\text{totalentalpi},i} (h_{\text{inne},i}^{\text{faktisk}} - h_{\text{ute},i})\}^* \quad (\text{G.9})$$

hvor

- $i$  Time nr. i året
  - $x$  Luftens spesifikk fuktinnhold [kg H<sub>2</sub>O/kg tørr luft]
  - $h$  Luftens spesifikk totalentalpi [J/kg tørr luft]
  - $h_{\text{settpkt}}$  Innendørs settpunkt totalentalpi, feks. ved 21°C og 30%RF, konstant verdi hele året [J/kg tørr luft]
  - $h_{\text{faktisk}}$  Innendørs faktisk totalentalpi ved 21°C men absolutt fuktinnhold ved time  $i$  er den største verdi av enten utendørs fuktinnhold eller ved settpunkt %RF og 21°C.
  - $h_{\text{fg}}$  Spesifikk latentvarme av H<sub>2</sub>O ved faseendring mellom væske og gas [2501000 J/kg H<sub>2</sub>O]
  - $g$  Fuktproduksjon i boligen [ca. 0.3635 kg/h for en familie på fire]
  - $n$  Årsmiddel luftomsetning i boligen, med mekanisk ventilasjon ( $n_{\text{vent}}$ ) eller infiltrasjon ( $n_{\text{inf}}$ ) [oms/h]
  - $\rho$  Gjennomsnittlig lufttethet [1.2 kg/m<sup>3</sup>]
  - $V$  Boligens oppvarmet/ventilert volum [m<sup>3</sup>]
  - \*
- Betyr at bare de timer i året når  $T_{\text{ute}} < T_{\text{balanse}}$  er tatt med (dvs. fyringssesongen); andre timer ignoreres.

En annen vesentlig svakhet med totalentalpi-beregninger er at totalentalpivirkningsgraden gjelder for en spesifikk kombinasjon av temperatur og fuktinnhold, ute og inne. Dersom tørrvarmevirkningsgraden og fuktvirkningsgraden er forskjellige (noe som gjelder de aller fleste aggregater) endres totalentalpivirkningsgraden med endringer i lufttemperatur eller fuktinnhold, selv når tørrvarmevirkningsgraden og fuktvirkningsgraden er konstante. Dette er fordi balansen mellom størrelsen på luftens tørrvarme-innhold og latentvarme-innhold endres. Dette er illustrert i Figur G.6. Avviket i energiberegninger som dette kan forårsake dersom man ikke tar hensyn til dette, kommer i tillegg til avvikene presentert i Tabell G.4. Problemet øker med økende forskjell mellom tørrvarmevirkningsgrad og fuktvirkningsgrad, og er størst for varmegjennvinnere uten fuktgjenvinning. Problemet gjelder ikke fuktgjennvinnende aggregater med like varme- og fuktvirkningsgrader.



**Figur G.6**

Illustrasjon av virkningen av klimaforhold (dvs. utetemperatur og samtidig relativ fuktighet) på totalentalpivirkningsgrad for et tenkt aggregat med konstant 80% varmevirkningsgrad og konstant 0% fuktvirkningsgrad. Gjelder en typisk 200m<sup>2</sup> familiebolig med 4 personer, og virkelige klimadata for Oslo.

### **Fuktgjenvinning og termisk komfort**

Fanger's PMV/PPD modell for termisk komfort <sup>/10/</sup> sier at dersom man øker luftfuktigheten, kan man redusere temperaturen noe og oppnå samme komfort. F.eks. 22°C og 15%RF gir samme PMV som 21.2°C og 25%RF. Et aggregat med 50% fuktgjenvinning vil øke luftfuktigheten innendørs med ca. 10% - dette medfører at romtemperaturen kan reduseres med ca. 0.2°C for å få samme termisk komfort. Det kan hende at dette er en effekt som man idéelt sett bør ta hensyn til, men den er i praksis neglisjerbar, spesielt når det gjelder laboratorietestmetoden - en temperaturendring av 0.2°C utgjør en neglisjerbar endring i virkningsgrad. Vi kunne derfor trygt teste alle aggregater ved samme romtemperatur. Denne effekten kan tas hensyn til i energiberegningen (der man beregner energitap avhengig av romtemperatur) og ikke i selve laboratorietestmetoden.

### **Konklusjon**

I konklusjon, for normale boliger er det i høyeste grad ukontroversielt å beregne kostnadsbesparelse basert på årsvarmevirkningsgrad og en konvensjonell energiramme-metode, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031, selv når boligen har fuktgjenvinning. For en bygning i kaldt klima, som har både befukting (av *hele* bygget) og et fuktgjenvinnende ventilasjonsaggregat, er det mest nøyaktig å utføre en separat beregning av tørrvarme og latentvarme (*Alternativ 1* i tabellen). Beregninger basert på totalentalpivirkningsgrad anbefales derfor ikke, spesielt når aggregatets varmevirkningsgrad og fuktivirkningsgrad ikke er like.

## **H DATABLAD MED TESTRESULTATER FOR HVERT PRODUKT**

På de følgende 10 sider er datablad med sammenlignbare laboratorietestresultater for hvert produkt.

# Spesifikasjoner

Modell	EnergyReturn-500
Produsent	X-Well AS
Adresse	Sweden / Norway www.energyreturn.com
Dimensjoner	250 x 500 x 3500 mm
Vekt	75 kg (3 moduler)
Kanaltilkobling	200 mm
Kondensavløp	Ikke nødvendig

Varmeveksler / batterier	Regenerativ (kammerveksler) / ingen varmebatteri nødvendig
Frostbeskyttelse	Intermittent stop av tilluftsvifte ved behov
Viftestyling	4 viftrinn
Indikatorer / kontrollpanel	Av/på, Viftrinn, Bryter for sommerdrift
Filter	Tilluft (EU5) og avtrekk
Innregulering	Balansering utføres ved eksternt innjustering, i kanalsystemet
Merkespenning / strøm / effekt	230 V, 50 Hz, 1.6 A, 330 W
Anbefalt sikringskurs	10 A

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	<b>233 m³/h</b>	Uteklime [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	<b>257 m³/h</b>	- Tromsø	<b>73.1 %</b>
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	<b>62.4 dB(A)</b>	- Oslo	<b>73.1 %</b>
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	<b>61.3 dB(A)</b>	- Bergen	<b>73.0 %</b>

### Definisjoner

- [a] Ved viftrinn 3. Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykfall ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttetthet 1.2 kg/m³]
- [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftrinn 4 (maks). Statisk trykfall derfor over 100 Pa. [ved lufttetthet 1.2 kg/m³]
- [c] Lydtryknivået i etterklangseilet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m² Sabine-rom) ved 240 m³/h brutto og viftrinn 2: [c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen eksternt lydfulle monterer. [c2] Kassen monteret på en vibrasjonsisolerende skumplate.
- [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)
- [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap: ev. lekkasjer, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting) Gjelder ved 240 m³/h brutto & viftrinn 2, for typisk bolig med balansenstemperatur 13°C i mellomssesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

## Ytelse, detaljert

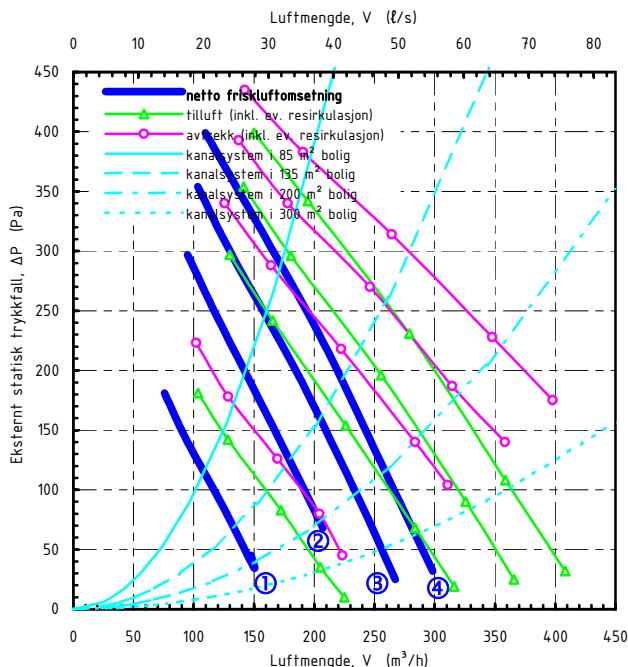
### ► Klima-avhengige egenskaper

Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper		
Uteklime	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.
5 °C	25°C, 41%RF	151 m³/h	157 m³/h	33.6 %	26.7 °C	-- °C	73 %	37 %	63 %
5 °C	25°C, 51%RF	150 m³/h	157 m³/h	33.6 %	26.5 °C	-- °C	71 %	47 %	62 %
-20 °C	22°C, 40%RF	136 m³/h	150 m³/h	33.6 %	24.1 °C	-- °C	75 %	66 %	72 %

(Kommentar)  
resirkulasjon uakseptabelt  
se også "avvik" nederst  
< noe is; 7% luftmengdereduksjon

### ► Viftekarakteristikk

Målt med like luftmengder (balansert),  $\frac{1}{3}$  av trykkfallet er på friskluftinntak & avkast,  $\frac{2}{3}$  er på tilluft & avtrekk. [ved lufttetthet 1.2 kg/m³]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning: Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)
- Brutto tilluft: Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).
- Brutto avtrekk: Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).
- Netto tilluft: Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftsmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).
- Netto avkast: Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).
- Resirkulasjon: Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/eksternt lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).
- Varmevirkn.: Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger) Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.
- Fuktvirkn.: Aggregatets momentane netto fuktgjennsvinningsvirkningsgrad (korrigert for resirkulasjon).
- Entalpvirkn.: Aggregatets momentane netto totalentalpivirkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).
- Driftstilstand\*: viftrinn 2. Oppgitt verdi er setpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF el. oppgitt under
- Temperaturytelse\*: Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast
- Lydeffektivitativ\*: For kanaler gjelder lydeffektivitativ ( $L_w$ ) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i  $K_o$ .

### ► Støy

Lydtryknivå i 10m² Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 2	<b>62.4 dB(A)</b>
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 2	<b>61.6 dB(A)</b>
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 2	<b>61.3 dB(A)</b>
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 4 (maks)	<b>68.9 dB(A)</b>

Korreksjonsfaktorer ( $K_o$ ) for beregning av lydeffektivitativ\*,  $L_{w,i}$  i forskjellige oktavnåb:  $L_w = dB(A)_{10m^2} + K_o$

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz	(Kommentar)
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 2	22.1	20.9	18.2	4.6	-9.0	-16.8	-28.1	-37.6	dB	Støynivå er forskjellig for de 2 spjeldstillinger; målingene gjelder mest støvende stilling
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 2	30.5	23.2	14.8	7.3	-4.9	-14.3	-22.4	-29.6	dB	
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 2	1.8	9.7	7.7	3.0	-4.2	-12.0	-13.7	-19.2	dB	
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 4 (maks)	4.1	12.3	7.0	0.6	-1.8	-10.3	-13.1	-17.8	dB	

# Spesifikasjoner

Modell	<b>Enervent TS 300 (standard)</b>	Varmeveksler / batterier	Regenerativ (kammerveksler) / ingen varmebatteri nødvendig
Produsent	<b>Ener-Produkt AS</b>	Frostbeskyttelse	Ingen (normalt ikke nødvendig)
Adresse	<b>Norway</b> <a href="http://www.ener.no">www.ener.no</a>	Viftestyring	3 mulige viftehastigheter
Dimensjoner	<b>1410 x 800 x 380 mm</b>	Indikatorer / kontrollpanel	Separat kontrollpanel (viftetrinn og sommer/vinter bryter eller termostat)
Vekt	<b>Demonterbar i 3 moduler</b>	Filter	Ekstern filtermodul (testet med EU7 på tilluft)
Kanaltilkobling	<b>160 mm</b>	Innregulering	Balansering utføres ved ekstern innjustering, i kanalsystemet
Kondensavløp	<b>Ikke nødvendig</b>	Merkespenning / strøm / effekt	<b>240 V, 50 Hz, 240 W</b>
		Anbefalt sikringskurs	<b>10 A</b>

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	<b>205 m³/h</b>	Uteklime [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	<b>254 m³/h</b>	- Tromsø	<b>72.0 %</b>
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	<b>49.6 dB(A)</b>	- Oslo	<b>71.8 %</b>
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	<b>51.1 dB(A)</b>	- Bergen	<b>72.0 %</b>

### Definisjoner

- [a] Ved viftetrinn 2 (normal). Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykfall ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttethet 1.2 kg/m³]
- [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftetrinn 3 (max). Statisk trykfall derfor over 100 Pa. [ved lufttethet 1.2 kg/m³]
- [c] Lydtryknivået i etterklangsfeltet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m² Sabine-rom) ved 200 m³/h brutto og viftetrinn 2 (normal):  
[c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen ekstern lydforsterkning. [c2] Kassen monteret på en vibrasjonsisolerende skumplate.
- [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)
- [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap: ev. lekkasjer, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting) Gjelder ved 200 m³/h brutto og viftetrinn 2 (normal), for typisk bolig med balansenstemperatur 13°C i mellomsesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

## Ytelse, detaljert

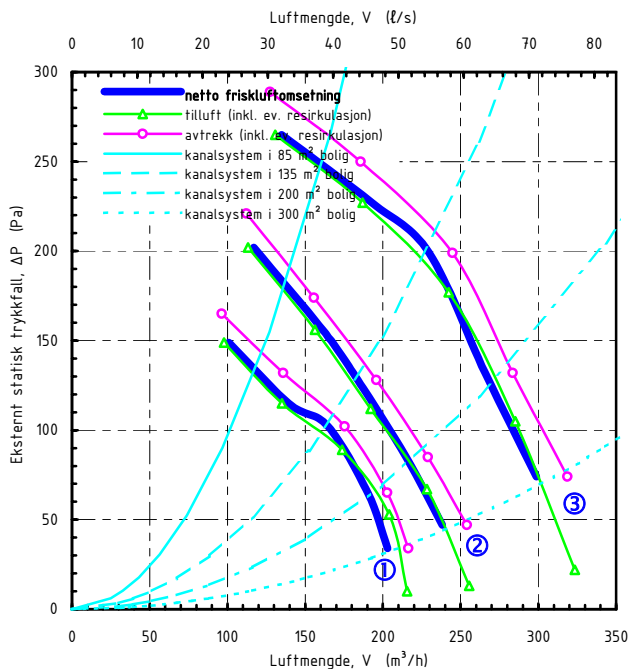
### ► Klima-avhengige egenskaper

Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper		
Uteklime	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.
5 °C	25°C, 41%RF	214 m³/h	216 m³/h	6.2 %	23.4 °C	-- °C	72 %	29 %	58 %
5 °C	25°C, 51%RF	215 m³/h	217 m³/h	6.2 %	22.1 °C	-- °C	69 %	38 %	56 %
-20 °C	22°C, 40%RF	171 m³/h	174 m³/h	6.2 %	17.9 °C	-- °C	61 %	46 %	57 %

(Kommentar)  
resirkulasjon noe høyere enn anbefalt  
< noe ising. 23% luftmengdereduksjon

### ► Viftekarakteristikk

Målt med like luftmengder (balansert), 1/3 av trykkfallet er på friskluftinntak & avkast, 2/3 er på tilluft & avtrekk. [ved lufttethet 1.2 kg/m³]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)
- Brutto tilluft Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).
- Brutto avtrekk Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).
- Netto tilluft Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).
- Netto avkast Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).
- Resirkulasjon Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/ekstern lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).
- Varmevirkn. Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger) Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.
- Fuktvirkn. Aggregatets momentane netto fuktgjennsvinningsvirkningsgrad (korrigert for resirkulasjon).
- Entalpvirkn. Aggregatets momentane netto totalentalpvirkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).
- Driftstilstand\* viftetrinn 2 (normal). Oppgitt verdi er settpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF el. oppgitt ut
- Temperaturytelse\* Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast
- Lydeffektivitæ\* For kanaler gjelder lydeffektivitæ ( $L_w$ ) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i  $K_o$ .

### ► Støy

Korreksjonsfaktorer ( $K_o$ ) for beregning av lydeffektivitæ\*,  $L_w$ , i forskjellige oktavnåb:  $L_w = dB(A)_{10m^2} + K_o$

Lydtryknivå i 10m² Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
	Støy fra tilluftskanal, viftetrinn 2 (normal)	25.5	24.0	15.1	7.3	0.6	-13.3	-26.1	-32.3
Støy fra avtrekkskanal, viftetrinn 2 (normal)	17.2	19.9	13.9	6.1	-0.5	-4.2	-6.7	-15.7	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftetrinn 2 (normal)	3.3	2.6	-1.7	-5.2	1.0	-2.0	-10.7	-16.9	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftetrinn 3 (max)	1.1	2.9	-1.2	-5.7	0.5	-1.5	-10.0	-14.6	dB

# Spesifikasjoner

Modell	Falcon S3
Produsent	Flexit AS
Adresse	Norway www.flexit.no
Dimensjoner	598 x 280 x 700 mm
Vekt	40 kg
Kanaltilkobling	125 mm
Kondensavløp	Ja

Varmeveksler / batterier	Kryssvarmeveksler / 700 W forvarmebatteri + 1200 W ettervarme
Frostbeskyttelse	Forvarme, og ved behov stoppes tilluftsvifte periodisk
Viftestyling	3 viftrinn (trinn 2 stilles inn ved installasjon, 5 valg)
Indikatorer / kontrollpanel	Viftrinn, ettervarming, feil (og indikator for opsjonell filtervakt)
Filter	Tilluft (EU7) og avtrekk (EU3)
Innregulering	Tilluft/avtrekksvifter innstilles individuelt; ev. innjuster i kanalsystemet
Merkespenning / strøm / effekt	230 V, 50 Hz, 9.7 A, 2230 W
Anbefalt sikringskurs	10 A

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	<b>255 m<sup>3</sup>/h</b>	Uteklime [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	<b>282 m<sup>3</sup>/h</b>	- Tromsø	<b>46.7 %</b>
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	<b>52.4 dB(A)</b>	- Oslo	<b>46.8 %</b>
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	<b>39.1 dB(A)</b>	- Bergen	<b>46.9 %</b>

### Definisjoner

- [a] Ved viftrinn 2 (4 av 7, 120V). Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykkløst ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftrinn 3 (maks). Statisk trykkløst derfor over 100 Pa. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [c] Lydtryknivået i etterklangsfeltet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m<sup>2</sup> Sabine-rom) ved 162 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 2 (2 av 7, 120V):  
[c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen ekstern lydfele monteret. [c2] Kassen monteret på en vibrasjonsisolerende skumplate.
- [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)
- [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap; ev. lekkasjer, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting) Gjelder ved 162 m<sup>3</sup>/h brutto & viftrinn 2 (2 av 7, 120V), for typisk bolig med balansestemperatur 13°C i mellomsesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

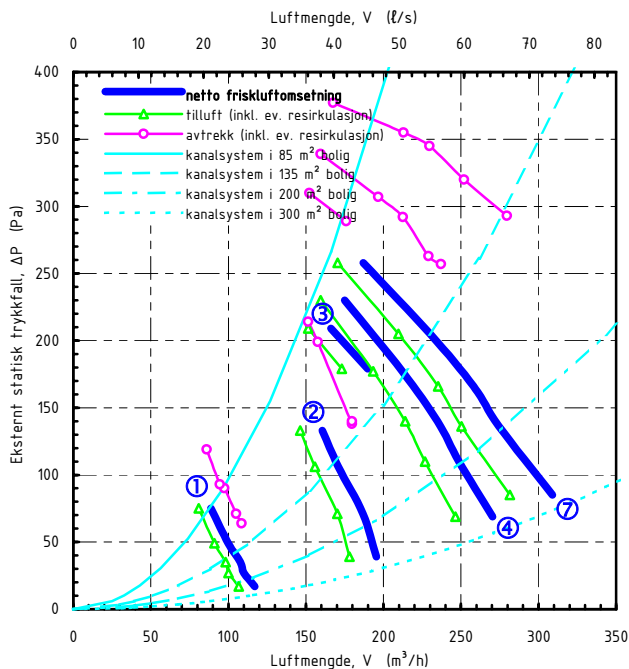
## Ytelse, detaljert

### ► Klima-avhengige egenskaper

Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper			(Kommentar)
Uteklime	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.	
5 °C	25°C, 28%RF	160 m <sup>3</sup> /h	158 m <sup>3</sup> /h	0.3 %	16.3 °C	16.1 °C	47 %	0 %	41 %	
5 °C	25°C, 51%RF	160 m <sup>3</sup> /h	157 m <sup>3</sup> /h	0.3 %	16.8 °C	16.6 °C	49 %	0 %	29 %	
-20 °C	22°C, 40%RF	163 m <sup>3</sup> /h	92 m <sup>3</sup> /h	5.1 %	3.1 °C	11.8 °C	21 %	0 %	15 %	< ising (fabrikasjonsfeil mht. frostsikring)

### ► Viftekarakteristikk

Målt med like luftmengder (balansert), <sup>1</sup>/<sub>3</sub> av trykkløst er på friskluftinntak & avkast, <sup>2</sup>/<sub>3</sub> er på tilluft & avtrekk. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)
- Brutto tilluft Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).
- Brutto avtrekk Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).
- Netto tilluft Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).
- Netto avkast Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).
- Resirkulasjon Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/ekstern lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).
- Varmevirkn. Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger) Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.
- Fuktvirkn. Aggregatets momentane netto fuktgjennvinningsevnegrad (korrigert for resirkulasjon).
- Entalpvirkn. Aggregatets momentane netto totalentalpvirkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).
- Driftstilstand\* viftrinn 2 (2 av 7, 120V). Oppgitt verdi er settpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF el. op)
- Temperaturytelse\* Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast
- Lydeffektivitets\* For kanaler gjelder lydeffektivitets (L<sub>w</sub>) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i K<sub>o</sub>.

### ► Støy

Korreksjonsfaktorer (K<sub>c</sub>) for beregning av lydeffektivitets\*, L<sub>w</sub>, i forskjellige oktavgang: L<sub>w</sub> = dB(A)<sub>10m</sub> + K<sub>c</sub>

Lydtryknivå i 10m <sup>2</sup> Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 2 (2 av 7, 120V)	22.1	22.4	12.5	3.9	3.4	-2.9	-10.0	-21.0	dB
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 2 (2 av 7, 120V)	28.8	26.5	15.0	5.5	3.6	-8.1	-17.1	-18.6	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 2 (2 av 7, 120V)	14.6	13.0	5.5	-1.1	-0.6	-8.8	-15.8	-22.3	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 3 (maks)	14.0	9.9	6.8	0.1	-3.8	-4.0	-11.8	-20.0	dB

# Spesifikasjoner

Modell	Falcon S4
Produsent	Flexit AS
Adresse	Norway www.flexit.no
Dimensjoner	900 x 320 x 830 mm
Vekt	51 kg
Kanaltilkobling	160 mm
Kondensavløp	Ja

Varmeveksler / batterier	Kryssvarmeveksler / 975 W forvarmebatteri + 1650 W ettervarme
Frostbeskyttelse	Forvarme, og ved behov stoppes tilluftsvifte periodisk
Viftestyling	3 viftrinn (trinn 2 stilles inn ved installasjon, 5 valg)
Indikatorer / kontrollpanel	Viftrinn, ettervarming, feil (og indikator for opsjonell filtervakt)
Filter	Tilluft (EU7) og avtrekk (EU3)
Innregulering	Tilluft/avtrekksvifter innstilles individuelt; ev. innjuster i kanalsystemet
Merkespenning / strøm / effekt	230 V, 50 Hz, 12.9 A, 2955 W
Anbefalt sikringskurs	13 A

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	<b>334 m<sup>3</sup>/h</b>	Uteklime [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	<b>388 m<sup>3</sup>/h</b>	- Tromsø	<b>43.2 %</b>
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	<b>57.1 dB(A)</b>	- Oslo	<b>43.2 %</b>
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	<b>40.5 dB(A)</b>	- Bergen	<b>43.1 %</b>

### Definisjoner

- [a] Ved viftrinn 2 (4 av 7, 170V). Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykkløst ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftrinn 3 (maks). Statisk trykkløst derfor over 100 Pa. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [c] Lydtryknivået i etterklangseilet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m<sup>2</sup> Sabine-rom) ved 240 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 2 (3 av 7, 150V):
- [c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen ekstern lydfele monteret. [c2] Kassen monteret på en vibrasjonsisolerende skumplate.
- [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)
- [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap; ev. lekkasjer, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting) Gjelder ved 240 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 2 (3 av 7, 150V), for typisk bolig med balansestemperatur 13°C i mellomsesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

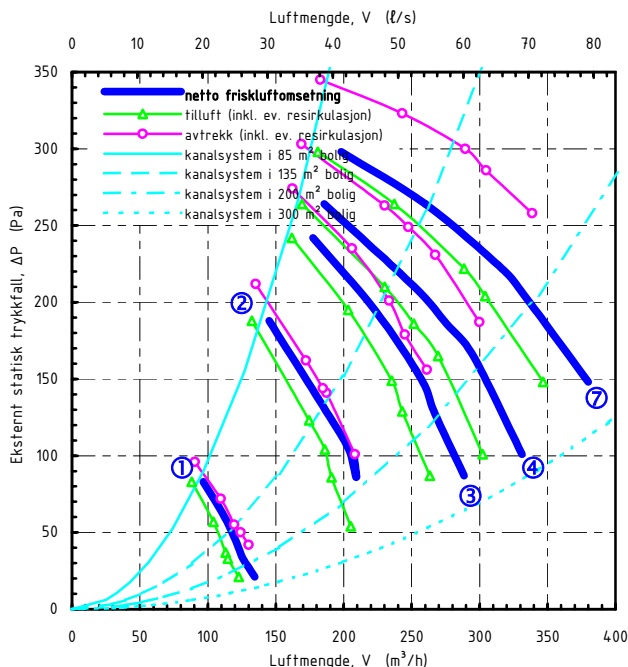
## Ytelse, detaljert

### ► Klima-avhengige egenskaper

Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper		
Uteklime	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.
5 °C	25°C, 28%RF	237 m <sup>3</sup> /h	234 m <sup>3</sup> /h	0.4 %	15.6 °C	16.6 °C	43 %	0 %	40 %
5 °C	25°C, 51%RF	234 m <sup>3</sup> /h	232 m <sup>3</sup> /h	0.4 %	16.2 °C	17.2 °C	44 %	0 %	26 %
-20 °C	22°C, 40%RF	244 m <sup>3</sup> /h	234 m <sup>3</sup> /h	0.7 %	8.7 °C	10.5 °C	39 %	0 %	29 %

### ► Viftekarakteristikk

Målt med like luftmengder (balansert),  $\frac{1}{3}$  av trykkløst er på friskluftinntak & avkast,  $\frac{2}{3}$  er på tilluft & avtrekk. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning: Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)
- Brutto tilluft: Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).
- Brutto avtrekk: Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).
- Netto tilluft: Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).
- Netto avkast: Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).
- Resirkulasjon: Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/ekstern lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).
- Varmevirkn.: Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger) Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.
- Fuktvirkn.: Aggregatets momentane netto fuktgjennvinningsevne (korrigert for resirkulasjon).
- Entalpvirkn.: Aggregatets momentane netto totalentalpivirkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).
- Driftstilstand\*: viftrinn 2 (3 av 7, 150V). Oppgitt verdi er settpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF el. op
- Temperaturytelse\*: Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast
- Lydeffektivitets\*: For kanaler gjelder lydeffektivitetsnivå ( $L_w$ ) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i  $K_o$ .

### ► Støy

Lydtryknivå i 10m <sup>2</sup> Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 2 (3 av 7, 150V)	<b>57.1 dB(A)</b>
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 2 (3 av 7, 150V)	<b>46.9 dB(A)</b>
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 2 (3 av 7, 150V)	<b>40.5 dB(A)</b>
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 3 (maks)	<b>45.5 dB(A)</b>

Korreksjonsfaktorer ( $K_o$ ) for beregning av lydeffektivitetsnivå\*,  $L_w$ , i forskjellige oktavganger:  $L_w = dB(A)_{10m^2} + K_o$

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
	18.9	16.4	9.1	5.0	1.9	-3.1	-9.4	-19.0	dB
	24.4	20.9	12.8	6.9	1.3	-6.5	-12.4	-26.2	dB
	11.6	14.1	7.8	0.3	-4.9	-9.3	-17.4	-23.5	dB
	10.5	12.4	7.6	0.6	-4.7	-6.1	-14.4	-25.0	dB



# Spesifikasjoner

Modell	Falcon S4-TT
Produsent	Flexit AS
Adresse	Norway www.flexit.no
Dimensjoner	900 x 320 x 830 mm
Vekt	56 kg
Kanaltilkobling	160 mm
Kondensavløp	Ja

Varmeveksler / batterier	Kryssvarmeveksler / 975 W forvarmebatteri + 1650 W ettervarme
Frostbeskyttelse	Forvarme, og ved behov stoppes tilluftsvifte periodisk
Viftestyling	3 viftrinn (trinn 2 stilles inn ved installasjon, 5 valg)
Indikatorer / kontrollpanel	Viftrinn, ettervarming, feil (og indikator for opsjonell filtervakt)
Filter	Tilluft (EU7) og avtrekk (EU3)
Innregulering	Tilluft/avtrekksvifter innstilles individuelt; ev. innjuster i kanalsystemet
Merkespenning / strøm / effekt	230 V, 50 Hz, 12.9 A, 2955 W
Anbefalt sikringskurs	13 A

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	267 m <sup>3</sup> /h	Uteklime [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	304 m <sup>3</sup> /h	- Tromsø	54.9 %
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	60.2 dB(A)	- Oslo	55.1 %
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	45.2 dB(A)	- Bergen	58.8 %

### Definisjoner

- [a] Ved viftrinn 2 (4 av 7, 170V). Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykkløst ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftrinn 3 (maks). Statisk trykkløst derfor over 100 Pa. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [c] Lydtryknivået i etterklangseilet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m<sup>2</sup> Sabine-rom) ved 240 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 2 (4 av 7, 170V):
- [c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen ekstern lydfele monteret. [c2] Kassen monteret på en vibrasjonsisolerende skumplate.
- [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)
- [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap; ev. lekkasjer, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting) Gjelder ved 240 m<sup>3</sup>/h brutto & viftrinn 2 (4 av 7, 170V), for typisk bolig med balansenstemperatur 13°C i mellomsesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

## Ytelse, detaljert

### ► Klima-avhengige egenskaper

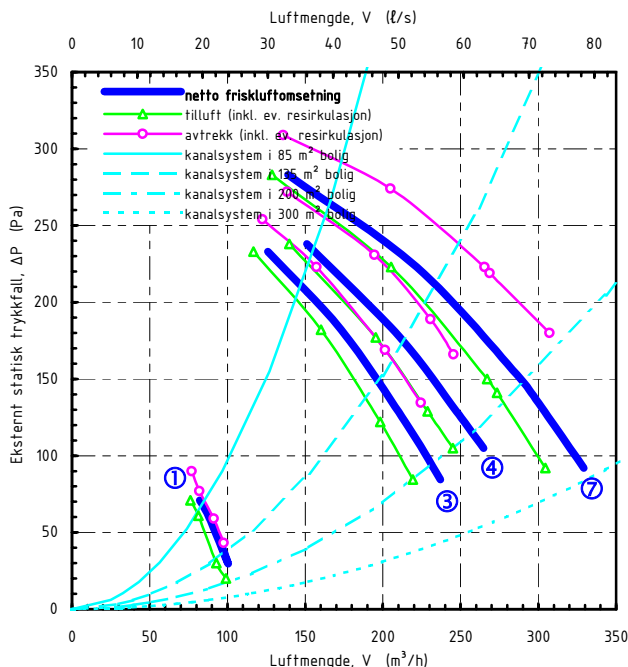
Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper		
Uteklime	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.
5 °C	25°C, 28%RF	239 m <sup>3</sup> /h	252 m <sup>3</sup> /h	1.8 %	20.5 °C	13.9 °C	60 %	0 %	52 %
5 °C	25°C, 51%RF	242 m <sup>3</sup> /h	237 m <sup>3</sup> /h	1.8 %	20.4 °C	14.8 °C	65 %	0 %	38 %
-20 °C	22°C, 40%RF	230 m <sup>3</sup> /h	134 m <sup>3</sup> /h	2.1 %	4.1 °C	9.1 °C	27 %	0 %	20 %

(Kommentar)

< ising (fabrikasjonsfeil mht. frostsikring)

### ► Viftekarakteristikk

Målt med like luftmengder (balansert), 1/3 av trykkløst er på friskluftinntak & avkast, 2/3 er på tilluft & avtrekk. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)
- Brutto tilluft Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).
- Brutto avtrekk Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).
- Netto tilluft Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).
- Netto avkast Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).
- Resirkulasjon Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/ekstern lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).
- Varmevirkn. Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger) Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.
- Fuktvirkn. Aggregatets momentane netto fuktgjennvinningsevne (korrigert for resirkulasjon).
- Entalpvirkn. Aggregatets momentane netto totalentalpvirkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).
- Driftstilstand\* viftrinn 2 (4 av 7, 170V). Oppgitt verdi er settpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF el. op)
- Temperaturytelse\* Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast
- Lydeffektivitets\* For kanaler gjelder lydeffektivitets (L<sub>w</sub>) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i K<sub>o</sub>.

### ► Støy

Korreksjonsfaktorer (K<sub>o</sub>) for beregning av lydeffektivitets\*, L<sub>w</sub>, i forskjellige oktavnåb: L<sub>w</sub> = dB(A)<sub>10m<sup>2</sup></sub> + K<sub>o</sub>

Lydtryknivå i 10m <sup>2</sup> Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	Korreksjonsfaktorer (K <sub>o</sub> )							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 2 (4 av 7, 170V)	16.5	16.3	12.7	6.0	0.2	-3.1	-8.2	-18.0
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 2 (4 av 7, 170V)	33.0	21.4	16.1	7.6	-2.4	-6.7	-13.5	-28.2
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 2 (4 av 7, 170V)	10.8	12.1	7.1	0.7	-5.2	-4.8	-13.8	-23.0
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 3 (maks)	13.5	12.8	6.4	0.5	-5.1	-4.3	-13.2	-21.6



# Spesifikasjoner

Modell	Vallox 90
Produsent	Vallox Oy
Adresse	Finland www.vallox.com
Dimensjoner	598 x 640 x 345 mm
Vekt	42 kg
Kanaltilkobling	125 mm
Kondensavløp	Ja

Varmeveksler / batterier	Motstrømsvarmeveksler, auto bypass / 1000W forvarme, 500W etter
Frostbeskyttelse	Forvarme, og ved behov stoppes tilluftsvifte periodisk
Viftestyling	8 viftrinn (manuell; opsjonell automatisk styring fra CO <sub>2</sub> , %RH, Pa)
Indikatorer / kontrollpanel	Av/på, Viftrinn, °C, Service, (Opsjonell CO <sub>2</sub> , %RF, filtervakt)
Filter	Tilluft (grovfilter EU1 og finfilter EU7) og avtrekk (EU3)
Innregulering	Viftene kan innjusteres individuelt med DIGIT kontrollpanel
Merkespenning / strøm / effekt	230 V, 50 Hz, 7.4 A, 1700 W
Anbefalt sikringskurs	10 A

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	<b>197 m<sup>3</sup>/h</b>	Uteklime [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	<b>255 m<sup>3</sup>/h</b>	- Tromsø	<b>65.8 %</b>
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	<b>55.9 dB(A)</b>	- Oslo	<b>66.0 %</b>
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	<b>48.4 dB(A)</b>	- Bergen	<b>70.5 %</b>

### Definisjoner

- [a] Ved viftrinn 6. Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykfall ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftrinn 8 (maks). Statisk trykfall derfor over 100 Pa. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [c] Lydtryknivået i etterklangsfeltet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m<sup>2</sup> Sabine-rom) ved 162 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 6:
- [c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen ekstern lydfulle monteret. [c2] Kassen monteret på en vibrasjonsisolerende skumplate.
- [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)
- [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap: ev. lekkasjer, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting) Gjelder ved 162 m<sup>3</sup>/h brutto & viftrinn 6, for typisk bolig med balansenstemperatur 13°C i mellomssesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

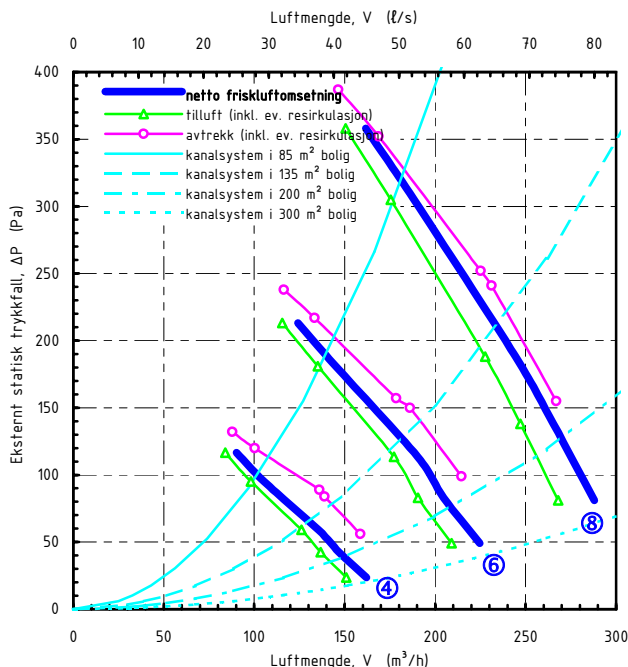
## Ytelse, detaljert

### ► Klima-avhengige egenskaper

Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper		
Uteklime	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.
5 °C	25°C, 28%RF	144 m <sup>3</sup> /h	146 m <sup>3</sup> /h	2.4 %	22.1 °C	10.7 °C	72 %	0 %	66 %
5 °C	25°C, 51%RF	145 m <sup>3</sup> /h	139 m <sup>3</sup> /h	2.4 %	21.4 °C	13.7 °C	68 %	0 %	43 %
-20 °C	22°C, 40%RF	81 m <sup>3</sup> /h	154 m <sup>3</sup> /h	2.4 %	18.7 °C	8.6 °C	33 %	0 %	24 %

### ► Viftekarakteristikk

Målt med like luftmengder (balansert), <sup>1</sup>/<sub>3</sub> av trykkfallet er på friskluftinntak & avkast, <sup>2</sup>/<sub>3</sub> er på tilluft & avtrekk. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning: Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)
- Brutto tilluft: Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).
- Brutto avtrekk: Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).
- Netto tilluft: Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftsmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).
- Netto avkast: Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).
- Resirkulasjon: Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/ekstern lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).
- Varmevirkn.: Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger) Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.
- Fuktvirkn.: Aggregatets momentane netto fuktgjennvinningsevnegrad (korrigert for resirkulasjon).
- Entalpvirkn.: Aggregatets momentane netto totalentalpivirkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).
- Driftstilstand\*: viftrinn 6. Oppgitt verdi er settpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF el. oppgitt under
- Temperaturytelse\*: Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast
- Lydeffektivitæ\*: For kanaler gjelder lydeffektivitæ (L<sub>w</sub>) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i K<sub>o</sub>.

### ► Støy

Lydtryknivå i 10m <sup>2</sup> Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 6	<b>55.9 dB(A)</b>
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 6	<b>51.7 dB(A)</b>
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 6	<b>48.4 dB(A)</b>
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 8 (maks)	<b>52.2 dB(A)</b>

Korreksjonsfaktorer (K<sub>o</sub>) for beregning av lydeffektivitæ\*, L<sub>w</sub>, i forskjellige oktavgbånd: L<sub>w</sub> = dB(A)<sub>10m<sup>2</sup></sub> + K<sub>o</sub>

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
22.1	13.7	8.1	1.4	4.8	-3.3	-15.4	-24.0		dB
26.2	15.3	11.4	5.5	1.1	-0.2	-10.1	-22.0		dB
3.9	4.0	5.5	1.0	-1.1	-4.0	-12.5	-20.0		dB
3.5	4.1	2.5	3.2	-0.9	-6.5	-10.8	-18.2		dB

# Spesifikasjoner

Modell	Vallox Digit SE (130SE)
Produsent	Vallox Oy
Adresse	Finland www.vallox.com
Dimensjoner	598 x 595 x 564 mm
Vekt	48 kg
Kanaltilkobling	160 mm
Kondensavløp	Ja

Varmeveksler / batterier	Kryssvarmeveksler m. auto bypass / 1000 W el ev. vann ettervarme
Frostbeskyttelse	Tilluftsvifte stoppes periodisk
Viftestyling	8 viftrinn (manuell; opsjonell automatisk styring fra CO2, %RH, Pa)
Indikatorer / kontrollpanel	Av/på, Viftrinn, °C, Service, (Opsjonell CO2, %RF, filtervakt)
Filter	Tilluft (grovfilter EU3 og finfilter EU7) og avtrekk (EU3)
Innregulering	Eksternt spjeld benyttes for ev. innregulering (ikke inkludert)
Merkespenning / strøm / effekt	230 V, 50 Hz, 1420 W
Anbefalt sikringskurs	10 A

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	<b>272 m³/h</b>	Uteklime [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	<b>323 m³/h</b>	- Tromsø	<b>45.0 %</b>
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	<b>55.8 dB(A)</b>	- Oslo	<b>44.7 %</b>
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	<b>47.7 dB(A)</b>	- Bergen	<b>45.0 %</b>

### Definisjoner

- [a] Ved viftrinn 6. Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykfall ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttetthet 1.2 kg/m³]
- [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftrinn 8 (maks). Statisk trykfall derfor over 100 Pa. [ved lufttetthet 1.2 kg/m³]
- [c] Lydtryknivået i etterklangsfeltet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m² Sabine-rom) ved 240 m³/h brutto og viftrinn 6:
- [c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen eksternt lyd felle monteret. [c2] Kassen monteret på en vibrasjonsisolerende skumplate.
- [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)
- [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap: ev. lekkasjer, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting) Gjelder ved 240 m³/h brutto & viftrinn 6, for typisk bolig med balansenstemperatur 13°C i mellomssesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

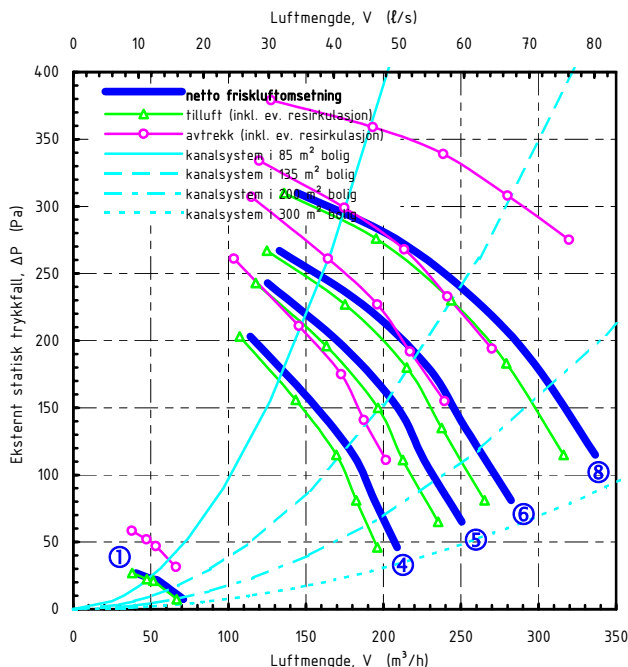
## Ytelse, detaljert

### ► Klima-avhengige egenskaper

Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper		
Uteklime	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.
5 °C	25°C, 28%RF	237 m³/h	239 m³/h	3.2 %	16.8 °C	15.5 °C	45 %	0 %	37 %
5 °C	25°C, 51%RF	236 m³/h	237 m³/h	3.2 %	16.8 °C	15.9 °C	45 %	0 %	26 %
-20 °C	22°C, 40%RF	131 m³/h	224 m³/h	1.7 %	10.3 °C	10.3 °C	36 %	0 %	26 %

### ► Viftekarakteristikk

Målt med like luftmengder (balansert), 1/3 av trykkfallet er på friskluftinntak & avkast, 2/3 er på tilluft & avtrekk. [ved lufttetthet 1.2 kg/m³]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)
- Brutto tilluft Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).
- Brutto avtrekk Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).
- Netto tilluft Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftsmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).
- Netto avkast Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).
- Resirkulasjon Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/ekstern lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).
- Varmevirkn. Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger) Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.
- Fuktvirkn. Aggregatets momentane netto fuktgjennvinningsevnegrad (korrigert for resirkulasjon).
- Entalpvirkn. Aggregatets momentane netto totalentalpivirkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).
- Driftstilstand\* viftrinn 6. Oppgitt verdi er setpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF el. oppgitt under
- Temperaturytelse\* Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast
- Lydeffektivitets\* For kanaler gjelder lydeffektivitets (L<sub>w</sub>) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i K<sub>o</sub>.

### ► Støy

Lydtryknivå i 10m² Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 6	<b>55.8 dB(A)</b>
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 6	<b>46.7 dB(A)</b>
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 6	<b>47.7 dB(A)</b>
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 8 (maks)	<b>50.8 dB(A)</b>

Korreksjonsfaktorer (K<sub>o</sub>) for beregning av lydeffektivitets\*, L<sub>w</sub>, i forskjellige oktavgang: L<sub>w</sub> = dB(A)<sub>10m²</sub> + K<sub>o</sub>

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 6	23.9	22.7	9.0	6.2	2.0	-5.2	-12.4	-19.1	dB
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 6	29.9	26.6	15.1	3.2	-0.2	-3.5	-14.3	-26.4	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 6	3.9	10.1	6.1	1.3	-2.1	-5.7	-13.9	-24.5	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 8 (maks)	4.8	10.0	6.7	1.0	-2.7	-5.4	-12.8	-22.5	dB

# Spesifikasjoner

Modell	AVS Solo 2.0 (europe mod.)	Varmeveksler / batterier	Platevarmeveksler, auto bypass / ingen batteri
Produsent	Venmar Ventilation Inc.	Frostbeskyttelse	Intermittent resirkulasjon av innendørs luft gjennom aggregat
Adresse	Canada	Viftestyling	2 viftrinn (innstilt på fabrikk)
	www.venmar.com	Indikatorer / kontrollpanel	Av/på, Viftrinn, (Opsjonelle kontrollenheter %RF, tidsur, service)
Dimensjoner	768 x 438 x 419 mm	Filter	Tilluft (grovfilter og elektrostatisk finfilter) og avtrekk
Vekt	33 kg	Innregulering	Integrerte spjeld for innjustering, trykk nipler, kalibrert tabell
Kanaltilkobling	152 mm (spakning til 160 mm)	Merkespennning / strøm / effekt	230 V, 50 Hz, 240 W
Kondensavløp	Ikke nødvendig	Anbefalt sikringskurs	10 A

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	255 m <sup>3</sup> /h	Uteklima [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	274 m <sup>3</sup> /h	- Tromsø	45.6 %
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	48.7 dB(A)	- Oslo	45.6 %
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	45.5 dB(A)	- Bergen	45.2 %

### Definisjoner

- [a] Ved viftrinn 1 (lav). Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykkfall ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]  
 [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftrinn 2 (maks). Statisk trykkfall derfor over 100 Pa. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]  
 [c] Lydtryknivået i etterklangsfeltet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m<sup>2</sup> Sabine-rom) ved 162 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 1 (lav):  
 [c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen eksterne lydfelle monteret. [c2] Kassen monteret på en vibrasjonsisolerende skumplate.  
 [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)  
 [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap; luftlekkasje, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting)  
 Gjelder ved 240 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 1 (lav), for typisk bolig med balansestemperatur 13°C i mellomsesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

## Ytelse, detaljert

### ► Klima-avhengige egenskaper

Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper		
Uteklima	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.
5 °C	25°C, 28%RF	225 m <sup>3</sup> /h	227 m <sup>3</sup> /h	2.7 %	17.3 °C	-- °C	45 %	0 %	39 %
5 °C	25°C, 28%RF	163 m <sup>3</sup> /h	165 m <sup>3</sup> /h	2.7 %	18.2 °C	14.1 °C	51 %	0 %	46 %
5 °C	25°C, 51%RF	158 m <sup>3</sup> /h	161 m <sup>3</sup> /h	2.7 %	18.9 °C	15.4 °C	54 %	0 %	33 %
-20 °C	22°C, 40%RF	151 m <sup>3</sup> /h	141 m <sup>3</sup> /h	14.4 %	9.0 °C	0.0 °C	52 %	0 %	40 %

(Kommentar)

< høyere viftehastighet fra installatør

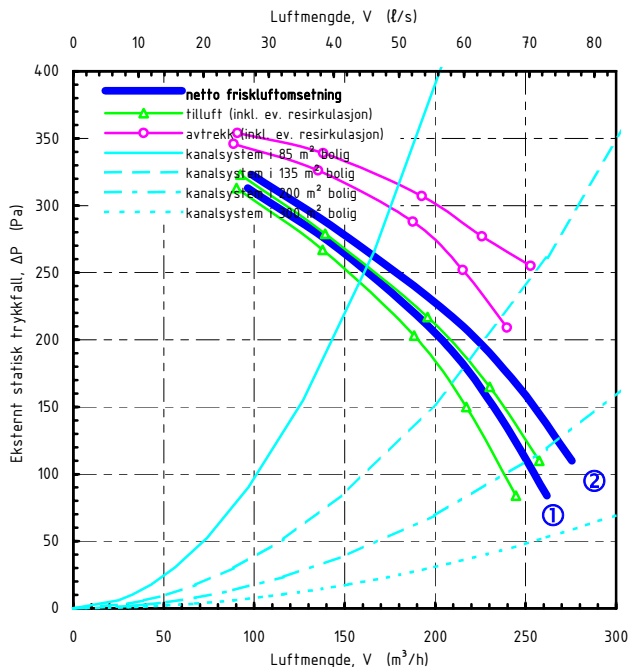
< lavere viftehastighet fra installatør

< "

< 15% luftmengdereduksjon

### ► Viftekaraktistikk

Målt med like luftmengder (balansert), <sup>1</sup>/<sub>3</sub> av trykkfallet er på friskluftinntak & avkast, <sup>2</sup>/<sub>3</sub> er på tilluft & avtrekk. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)  
 Brutto tilluft Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).  
 Brutto avtrekk Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).  
 Netto tilluft Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).  
 Netto avkast Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).  
 Resirkulasjon Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/ekstern lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).  
 Varmevirkn. Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger)  
 Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.  
 Fuktvirkn. Aggregatets momentane netto fuktgjenningsvirkningsgrad (korrigert for resirkulasjon).  
 Entalpvirkn. Aggregatets momentane netto totalentalpi-virkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).  
 Driftstilstand\* viftrinn 1 (lav). Oppgitt verdi er settpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF eller oppgitt  
 Temperaturytelse\* Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast  
 Lydeffektivitvå\* For kanaler gjelder lydeffektivitvå ( $L_w$ ) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i  $K_o$ .

### ► Støy

Lydtryknivå i 10m <sup>2</sup> Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 1 (lav)	48.7 dB(A)
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 1 (lav)	46.5 dB(A)
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 1 (lav)	45.5 dB(A)
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 2 (maks)	48.7 dB(A)

Korreksjonsfaktorer ( $K_o$ ) for beregning av lydeffektivitvå\*,  $L_w$ , i forskjellige oktavgbånd:  $L_w = dB(A)_{10m^2} + K_o$

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz	(Kommentar)
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 1 (lav)	24.8	20.0	13.8	6.0	0.7	-4.8	-9.6	-20.4	dB	< 162 m <sup>3</sup> /h
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 1 (lav)	26.9	20.2	13.2	8.0	0.7	-9.4	-13.2	20.9	dB	
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 1 (lav)	6.7	11.1	4.8	1.2	-0.4	-8.5	-18.0	-28.8	dB	
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 2 (maks)	10.1	5.9	4.7	0.6	0.4	-6.6	-16.5	-28.6	dB	

# Spesifikasjoner

Modell	AVS Duo 1.9 (europe mod.)	Varmeveksler / batterier	Motstrømsvarmeveksler, auto bypass / ingen batteri
Produsent	Venmar Ventilation Inc.	Frostbeskyttelse	Intermittent resirkulasjon av innendørs luft gjennom aggregat
Adresse	Canada www.venmar.com	Viftestyling	2 viftrinn "lav" og "høy" (innstilt på fabrikk)
Dimensjoner	768 x 438 x 419 mm	Indikatorer / kontrollpanel	Av/på, Viftrinn, (Opsjonelle kontrollenheter %RF, tidsur, service)
Vekt	35 kg	Filter	Tilluft (grovfilter og elektrostatisk finfilter) og avtrekk
Kanaltilkobling	152 mm (spakning til 160 mm)	Innregulering	Integrerte spjeld for innjustering, trykk nipler, kalibrert tabell
Kondensavløp	Ikke nødvendig	Merkespenning / strøm / effekt	230 V, 50 Hz, 290 W
		Anbefalt sikringskurs	10 A

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	<b>258 m<sup>3</sup>/h</b>	Uteklime [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	<b>268 m<sup>3</sup>/h</b>	- Tromsø	<b>49.1 %</b>
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	<b>55.0 dB(A)</b>	- Oslo	<b>49.0 %</b>
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	<b>50.2 dB(A)</b>	- Bergen	<b>49.1 %</b>

### Definisjoner

- [a] Ved viftrinn 1 (lav). Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykfall ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftrinn 2 (maks). Statisk trykfall derfor over 100 Pa. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [c] Lydtryknivået i etterklangsfeltet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m<sup>2</sup> Sabine-rom) ved 240 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 1 (lav):
- [c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen eksterne lydfelt monteret. [c2] Kassen monteret på en vibrasjonsisolerende skumplate.
- [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)
- [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap: ev. lekkasjer, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting) Gjelder ved 240 m<sup>3</sup>/h brutto & viftrinn 1 (lav), for typisk bolig med balansen temperatur 13°C i mellomsesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

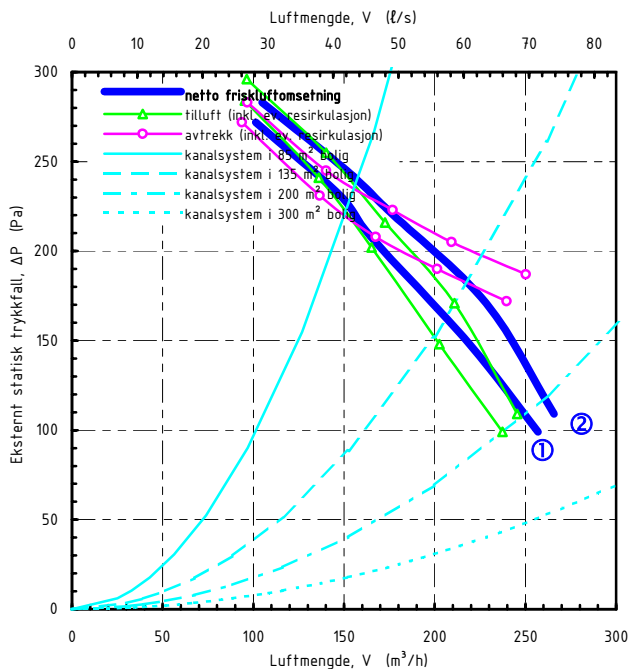
## Ytelse, detaljert

### ► Klima-avhengige egenskaper

Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper			(Kommentar)
Uteklime	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.	
5 °C	25°C, 41%RF	240 m <sup>3</sup> /h	237 m <sup>3</sup> /h	1.6 %	18.6 °C	13.2 °C	49 %	49 %	49 %	
5 °C	25°C, 51%RF	241 m <sup>3</sup> /h	238 m <sup>3</sup> /h	1.6 %	18.4 °C	13.2 °C	49 %	53 %	50 %	
-20 °C	22°C, 40%RF	192 m <sup>3</sup> /h	190 m <sup>3</sup> /h	22.8 %	9.2 °C	-4.4 °C	40 %	42 %	41 %	< 15% luftmengdereduksjon

### ► Viftekarakteristikk

Målt med like luftmengder (balansert), <sup>1</sup>/<sub>3</sub> av trykkfallet er på friskluftinntak & avkast, <sup>2</sup>/<sub>3</sub> er på tilluft & avtrekk. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)
- Brutto tilluft Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).
- Brutto avtrekk Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).
- Netto tilluft Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).
- Netto avkast Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).
- Resirkulasjon Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/ekstern lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).
- Varmevirkn. Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger) Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.
- Fuktvirkn. Aggregatets momentane netto fuktgjennvinnsvirkningsgrad (korrigert for resirkulasjon).
- Entalpvirkn. Aggregatets momentane netto totalentalpivirkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).
- Driftstilstand\* viftrinn 1 (lav). Oppgitt verdi er settpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF el. oppgitt utover.
- Temperaturytelse\* Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast
- Lydeffektivitæ\* For kanaler gjelder lydeffektivitæ ( $L_w$ ) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i  $K_o$ .

### ► Støy

Korreksjonsfaktorer ( $K_o$ ) for beregning av lydeffektivitæ\*,  $L_w$ , i forskjellige oktavnband:  $L_w = dB(A)_{10m^2} + K_o$

Lydtryknivå i 10m <sup>2</sup> Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 1 (lav)	23.4	15.7	9.9	4.9	2.2	-3.7	-9.2	-20.4	dB
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 1 (lav)	26.9	18.3	12.0	8.2	0.0	-5.7	-12.7	-23.0	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 1 (lav)	15.4	7.8	1.9	0.8	1.1	-9.1	-15.6	-27.5	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 2 (maks)	10.0	6.1	1.8	0.6	1.4	-8.5	-14.8	-27.2	dB

# Spesifikasjoner

Modell	Villavent VM1
Produsent	Systemair AB (Villavent AB)
Adresse	www.systemair.com (www.villavent.se)
Dimensjoner	596 x 700 x 485 mm
Vekt	50 kg
Kanaltilkobling	125 mm
Kondensavløp	Ja

Varmeveksler / batterier	Motstrømsvarmeveksler, ingen auto bypass / ingen batteri
Frostbeskyttelse	Intermittent reduksjon av tilluft & bruker halve varmeveksleren
Viftestyling	3 viftrinn (trinn 2 innstillbar fra kontrollpanel)
Indikatorer / kontrollpanel	Av/på, Viftrinn, LCD display, Signaler for modus, filter, service
Filter	Tilluft (EU7) og avtrekk (EU3)
Innregulering	Vifter er selvinnregulerende (elektronisk konstant luftmengde)
Merkespenning / strøm / effekt	230 V, 50 Hz, 148 W
Anbefalt sikringskurs	10 A

## Ytelse, sammendrag

Nominell luftomsetning [a]	161 m <sup>3</sup> /h	Uteklime [d]	Aggregatets årsvarmevirkningsgrad [e]
Forsert luftomsetning [b]	202 m <sup>3</sup> /h	- Tromsø	70.0 %
Støy fra tilluftskanal ved nominell vent. [c1]	54.4 dB(A)	- Oslo	70.4 %
Avstrålt støy fra kassen ved nominell vent. [c2]	35.3 dB(A)	- Bergen	77.1 %

### Definisjoner

- [a] Ved viftrinn 2 (normal). Netto friskluftomsetning i en bygning med et kanalsystem som har 100 Pa statisk trykfall ved normal luftmengde, balansert innenfor ±10% [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [b] Netto friskluftomsetning for samme nominell kanalsystem som ved [a] men forsert med viftrinn 3 (maks). Statisk trykfall derfor over 100 Pa. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]
- [c] Lydtryknivået i etterklangsfeltet i et typisk rom, med 4 dB romdempning (p.g.a. typiske lydabsorberende flater, også kjent som et 10m<sup>2</sup> Sabine-rom) ved 162 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 2 (normal):
- [c1] Målt med hovedkanalene med fri åpning direkte til rommet; ingen ekstern lydforsterkning. [c2] Kassen montert på en vibrasjonsisolerende skumplate.
- [d] Tromsø: årsmiddel 2.9°C (subarktisk klima); Oslo, årsmiddel 5.9°C (fuktig kontinental klima); Bergen, årsmiddel 7.8°C (vestkyst klima)
- [e] Middelerverdi, aggregatets netto tørrvarmevirkningsgrad over fyringssesong (korrigert for systemtap: ev. lekkasjer, tilluft/avtrekk-ubalanse, oppvarming av avkast, kassens varmetap; ev. vinduslufting pga frosting) Gjelder ved 162 m<sup>3</sup>/h brutto og viftrinn 2 (normal), for typisk bolig med balansenstemperatur 13°C i mellomsesongen. Årsvarmevirkningsgrad brukes i enkle energiberegninger, f.eks. NS-EN 832 eller NS 3031.

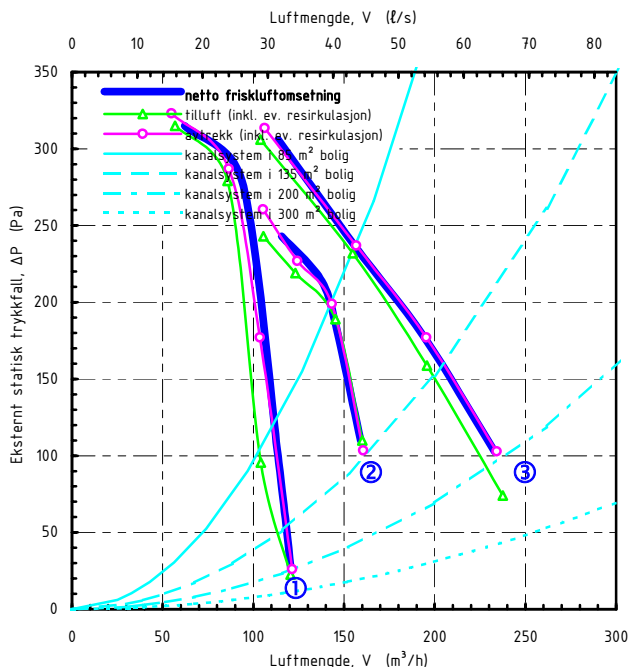
## Ytelse, detaljert

### ► Klima-avhengige egenskaper

Driftstilstand*		Ventilasjonsegenskaper			Temperaturytelse*		Energiegenskaper			(Kommentar)
Uteklime	Inne	Netto tilluft	Netto avkast	Resirkulasjon	Tilluft temp.	Avkast temp.	Varmevirkn.	Fuktvirkn.	Entalpvirkn.	
5 °C	25°C, 28%RF	151 m <sup>3</sup> /h	148 m <sup>3</sup> /h	0.5 %	23.5 °C	10.3 °C	80 %	0 %	71 %	
5 °C	25°C, 51%RF	147 m <sup>3</sup> /h	150 m <sup>3</sup> /h	0.5 %	23.9 °C	13.8 °C	81 %	0 %	51 %	
-20 °C	22°C, 40%RF	19 m <sup>3</sup> /h	124 m <sup>3</sup> /h	0.0 %	19.5 °C	10.7 °C	7 %	0 %	6 %	< halv-gjenfrosset, 17% mindre luft

### ► Viftekarakteristikk

Målt med like luftmengder (balansert), <sup>1</sup>/<sub>3</sub> av trykkfallet er på friskluftinntak & avkast, <sup>2</sup>/<sub>3</sub> er på tilluft & avtrekk. [ved lufttetthet 1.2 kg/m<sup>3</sup>]



### Definisjoner

- Netto friskluftomsetning Total friskluftomsetning som aggregatet forårsaker (når den er balansert innenfor ±10%)
- Brutto tilluft Luftmengden målt i tilluftskanal (inkluderer ev. resirkulasjon fra avtrekk, og kasselekkasje).
- Brutto avtrekk Luftmengden målt i avtrekkskanal (inkluderer ev. luft som blir resirkulert, og kasselekkasje).
- Netto tilluft Netto friskluftmengde til bygningen (brutto tilluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje innover, men pluss ev. friskluft som lekker ut fra kassen).
- Netto avkast Netto avkastluftmengde fra bygningen (brutto avtrekksluftmengde minus resirkulert luft og minus kasselekkasje utover, men pluss ev. kasselekkasje innover til avkast).
- Resirkulasjon Andelen av brutto tilluft som ikke er frisk luft. (dvs. uønsket intern/ekstern lekkasje, ev. resirk. fra avkast, samt ev. omluft / rensplying).
- Varmevirkn. Aggregatets momentane netto tørrvarmevirkningsgrad (benyttes i energiberegninger) Momentanverdien avhenger av luftmengde, balansering, temperatur/fuktighet inne/ute.
- Fuktvirkn. Aggregatets momentane netto fuktgjennvinningsevne (korrigert for resirkulasjon).
- Entalpvirkn. Aggregatets momentane netto totalentalpvirkningsgrad (dvs. tørrvarme + latentvarme).
- Driftstilstand\* viftrinn 2 (normal). Oppgitt verdi er settpunkt; faktisk verdi innenfor ±0.5°C, ±3%RF el. oppgitt u
- Temperaturytelse\* Middelerverdi av tørrkuletemperatur av luft fra aggregatet, dvs. enten tilluft eller avkast
- Lydeffektivitets\* For kanaler gjelder lydeffektivitets (L<sub>w</sub>) inne i kanalen, dvs. enderefleksjon er inkludert i K<sub>o</sub>.

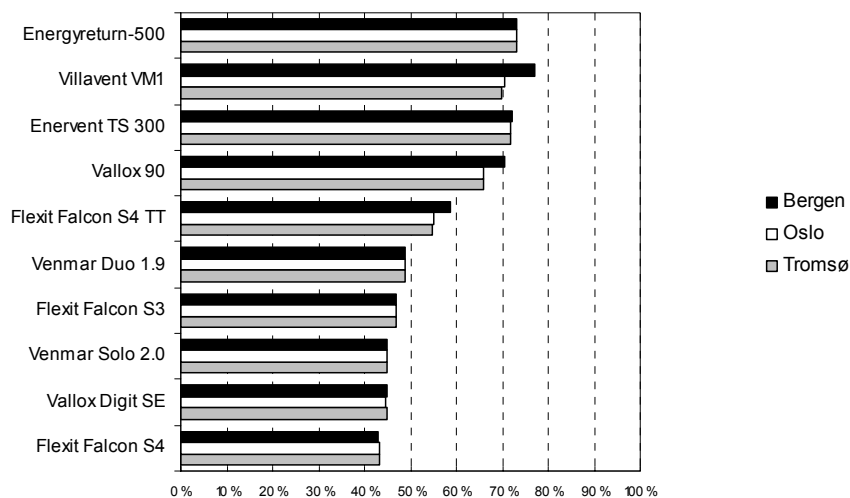
### ► Støy

Korreksjonsfaktorer (K<sub>o</sub>) for beregning av lydeffektivitets\*, L<sub>w</sub>, i forskjellige oktavganger: L<sub>w</sub> = dB(A)<sub>10m<sup>2</sup></sub> + K<sub>o</sub>

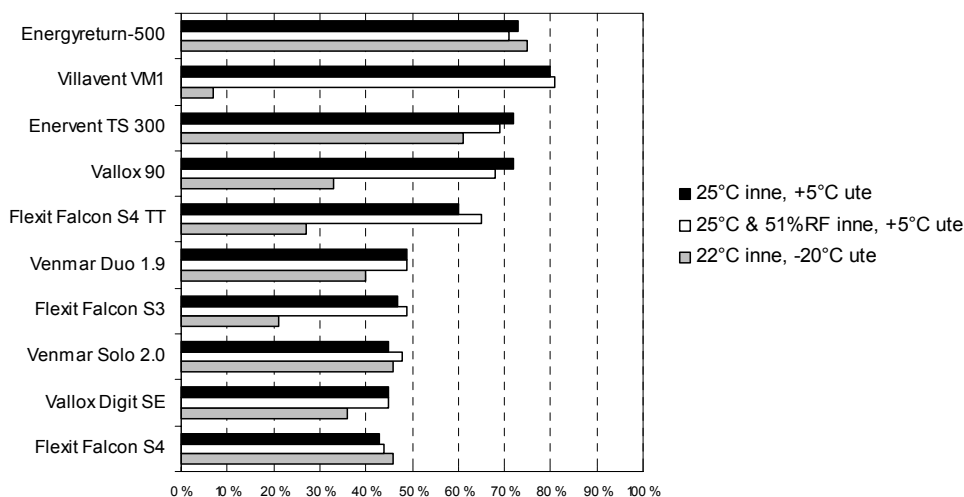
Lydtryknivå i 10m <sup>2</sup> Sabine-rom, ved nominelt kanalsystem	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Støy fra tilluftskanal, viftrinn 2 (normal)	25.1	13.2	10.7	5.0	3.1	-1.7	-12.4	-26.2	dB
Støy fra avtrekkskanal, viftrinn 2 (normal)	43.3	26.3	13.4	4.5	1.3	-2.4	-14.5	-18.6	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 2 (normal)	18.1	15.2	4.7	0.3	-3.4	-9.4	-19.0	-18.3	dB
Avstrålt fra aggregatkasse, viftrinn 3 (maks)	11.5	14.4	6.6	1.4	-4.7	-9.4	-16.9	-25.9	dB



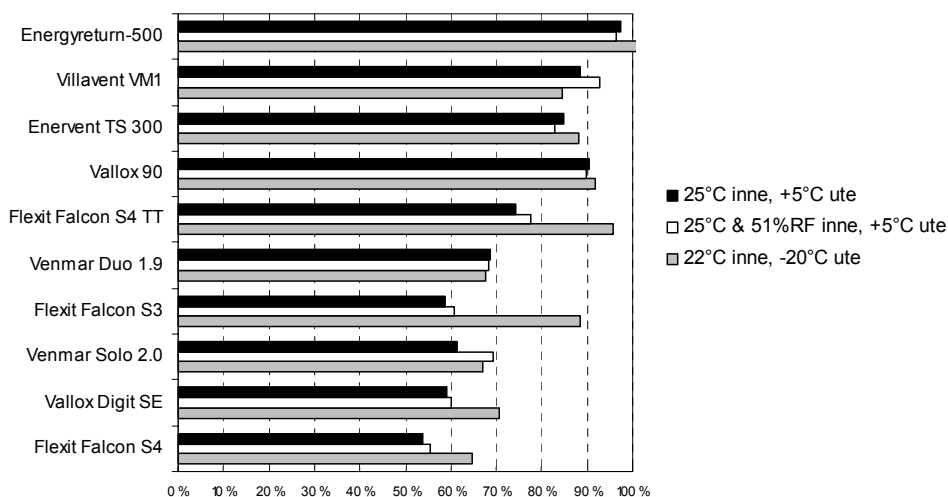
## I SAMMENSTILLING AV LABORORIETESTRESULTATER



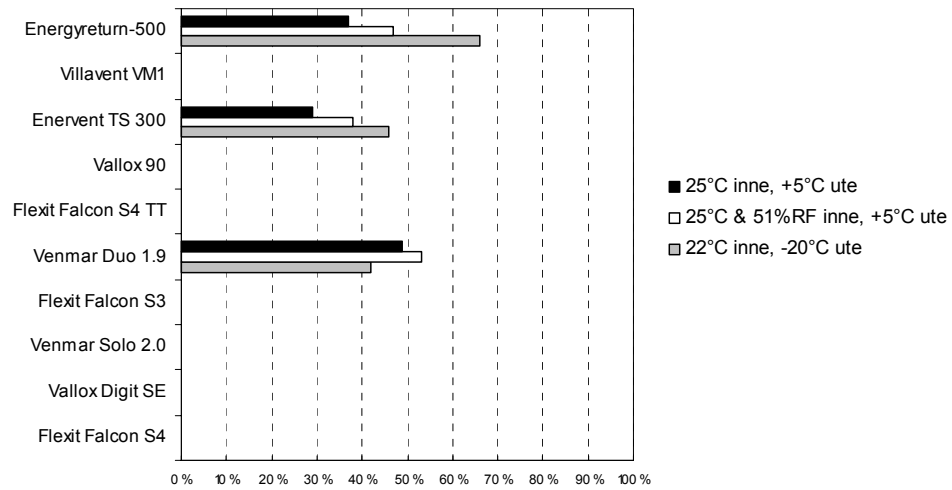
Figur I.1 Aggregatets årsvarmevirkningsgrad, ved testet netto luftmengde



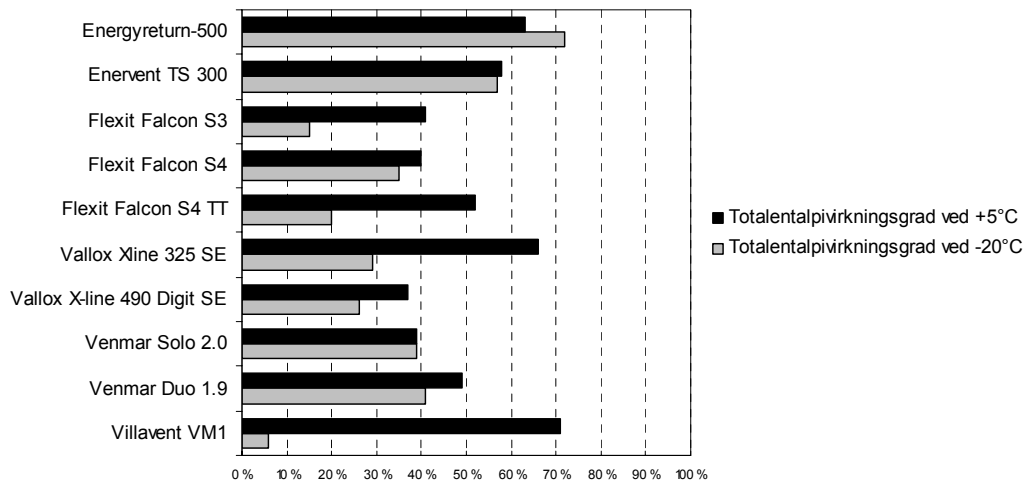
Figur I.2 Aggregatets varmevirkningsgrad avhengig av utetemperatur (tørrvarme) †



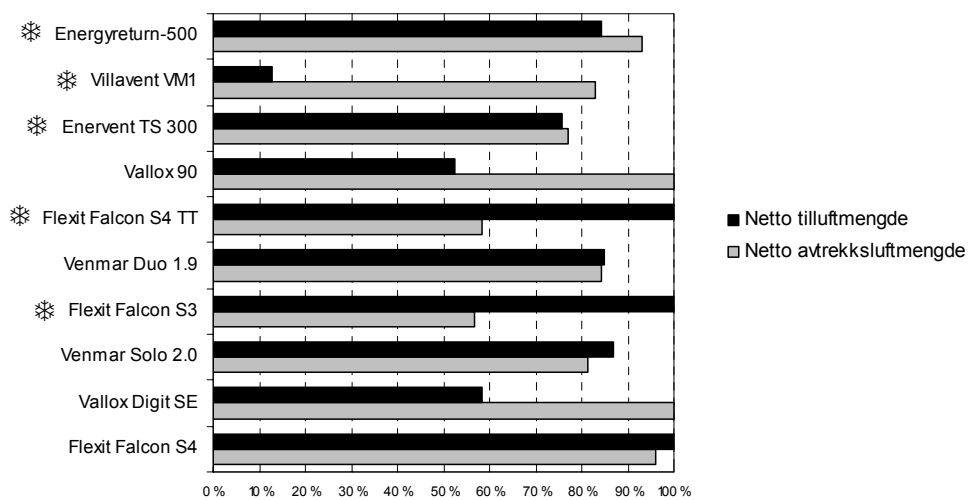
Figur I.3 Målt tilsynelatende temperaturvirkningsgrad for aggregatet



**Figur I.4** Målt fuktvirkningsgrad

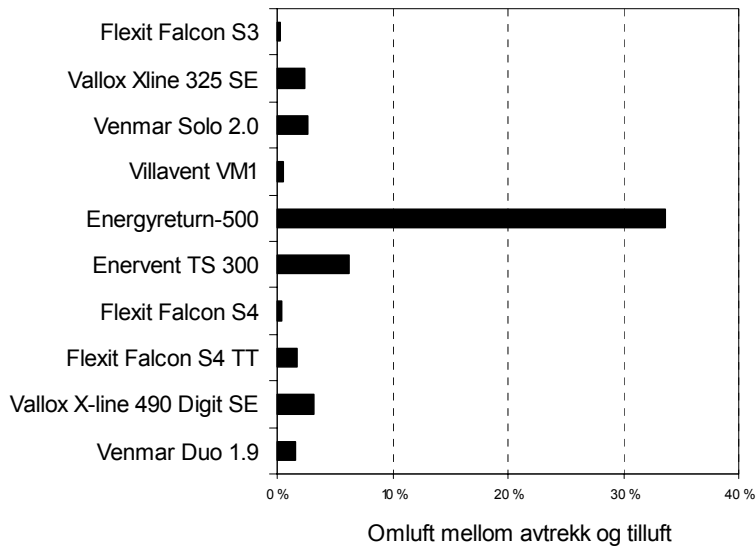


**Figur I.5** Målt totalentalpivirkningsgrad<sup>†</sup>

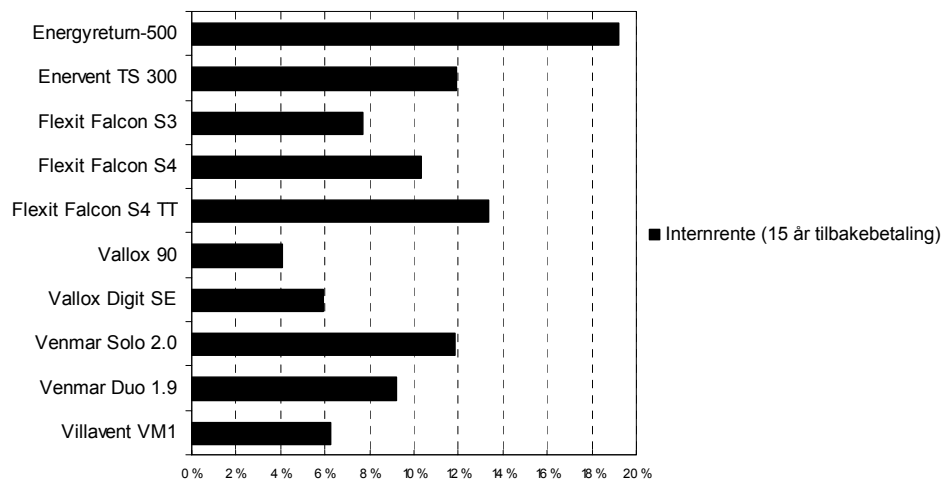


**Figur I.6** Målt netto tilluftsmengde og avtrekksluftmengde i frosttesten (i forhold til normal luftmengde) Aggregater med observert isdannelse er merket med \*

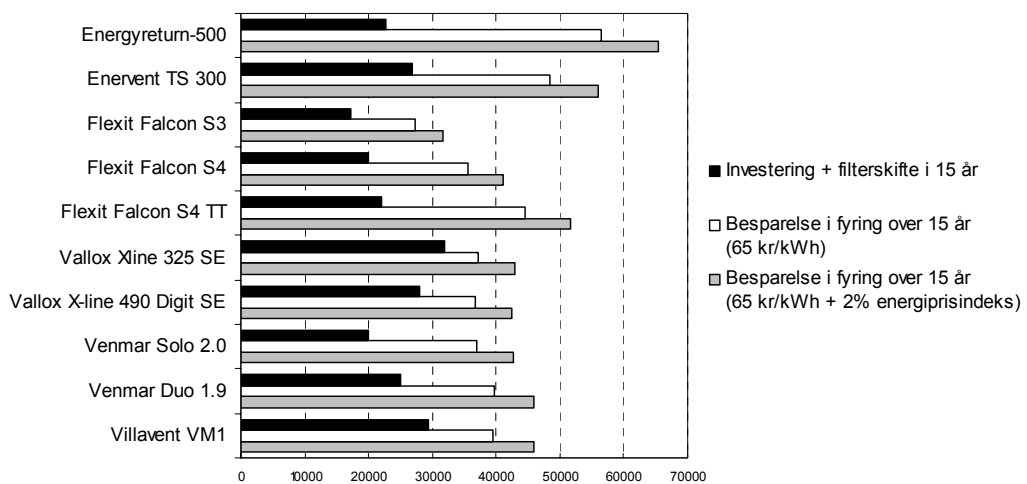




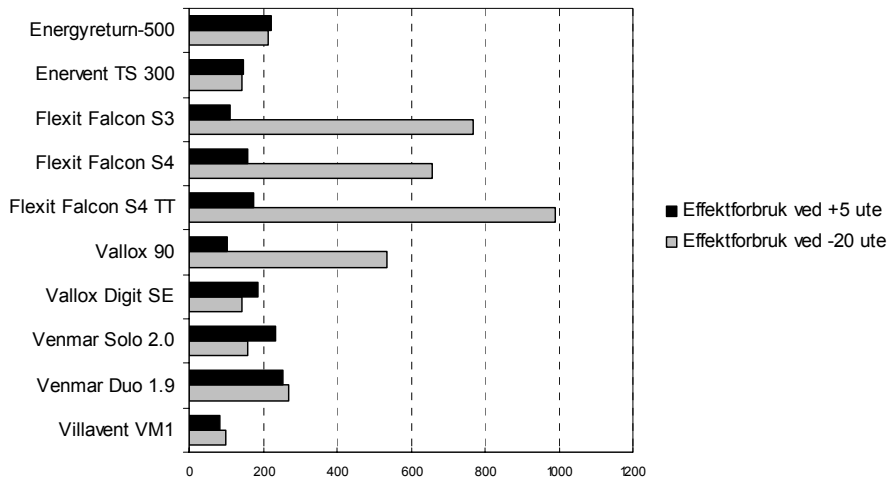
**Figur I.7** Målt prosent resirkulert luft mellom avtrekk og tilluft



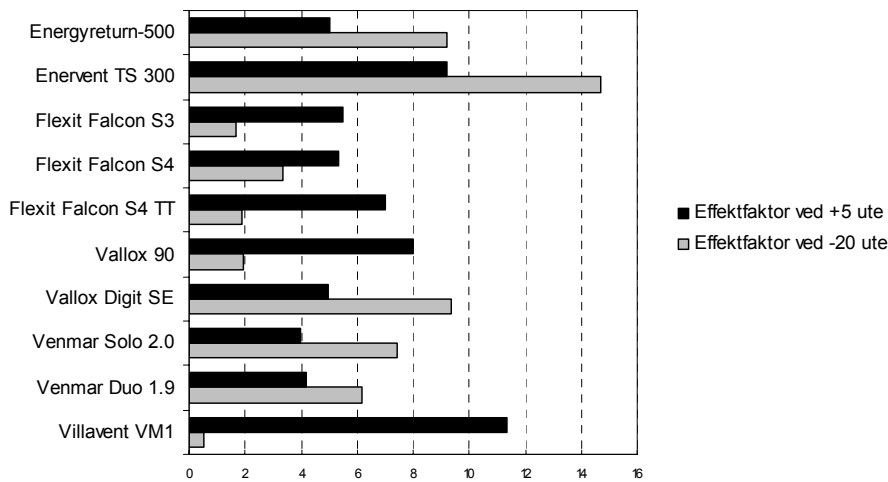
**Figur I.8** Beregnet internrente i lønnsomhetsberegning i forbrukertesten, forutsatt 65 øre/kWh. Landsgjennomsnitt. Merk at produktene er plassert i forskjellige boligstørrelser. Se side 23.



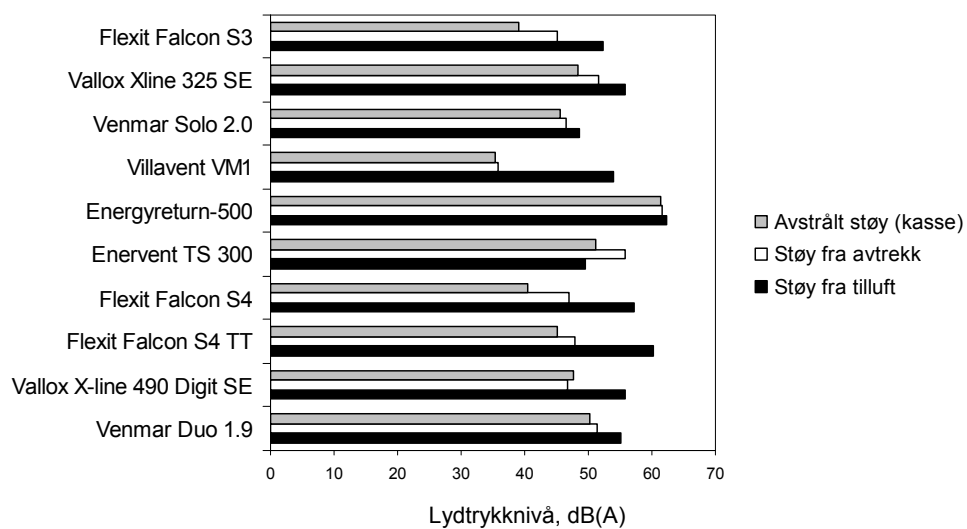
**Figur I.9** Totale utgifter og besparelse (kr, landsgjennomsnitt) over 15 år, og realrente på 4%. Merk at aggregatene er plassert i forskjellige boligstørrelser og er ikke sammenlignbare. Investering er tilleggs kostnaden i forhold til mekanisk avtrekksventilasjon, medregnet tilskudd. Se side 23.



Figur I.10 Målt effektforbruk [W]



Figur I.11 Effektfaktor (COP, Coefficient of performance). Se for øvrig Fotnote 3 på side 13.



Figur I.12 Målt lydtryknivå i 10m<sup>2</sup> Sabine rom

† Venmar Solo 2.0 ble målt ved to forskjellige luftmengder. Målte virkningsgrader ved -20°C er ekstrapolert til samme luftmengde som +5°C ute.

## **J KARAKTERGIVNING**

Karaktergivning er utført iht. Delrapport 2 (*Forbrukertest av boligventilasjonsaggregater med varmegjenvinning : Karaktergivning*) <sup>/14/</sup>

**Tabell J.1**

Karaktergivning. Alle kategorier er beskrevet i detalj i Delrapport 2 <sup>1/14/</sup>

Produkt	Energy-return-500 <sup>†</sup>	Enervent TS 300 <sup>†</sup>	Flexit Falcon S3	Flexit Falcon S4	Flexit Falcon S4 TT	Vallox 90	Vallox Digit SE	Venmar Solo 2.0	Venmar Duo 1.9	Villavent VM1
Testet for boligstørrelse	200 m <sup>2</sup>	170 m <sup>2</sup>	135 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	135 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	135 m <sup>2</sup>
<b>(1a) Energisparing og økonomi for vanlig enebolig</b>										
Energieffektivitet og miljøvennlighet	78 %	77 %	51 %	55 %	59 %	68 %	55 %	60 %	60 %	63 %
Kostnader	87 %	75 %	100 %	88 %	83 %	73 %	77 %	86 %	75 %	68 %
Lønnsomhet	100 %	62 %	40 %	54 %	70 %	21 %	31 %	62 %	48 %	33 %
vektet sum poeng	<b>92 %</b>	<b>69 %</b>	<b>52 %</b>	<b>59 %</b>	<b>69 %</b>	<b>43 %</b>	<b>45 %</b>	<b>65 %</b>	<b>56 %</b>	<b>47 %</b>
tilsvarende terningkast (1-5)	⑤	④	③	③	④	③	③	④	③	③
<b>(1b) Alternativ til (1a): Energisparing og økonomi for bygg med befukting for å holde relativ fuktighet over 30% i hele bygningen *</b>										
Energieffektivitet og miljøvennlighet	75 %	72 %	48 %	51 %	57 %	67 %	50 %	57 %	62 %	63 %
Kostnader	87 %	75 %	100 %	88 %	83 %	73 %	77 %	86 %	75 %	68 %
Lønnsomhet	100 %	62 %	35 %	48 %	62 %	19 %	27 %	54 %	56 %	29 %
vektet sum poeng	<b>91 %</b>	<b>67 %</b>	<b>49 %</b>	<b>55 %</b>	<b>63 %</b>	<b>41 %</b>	<b>42 %</b>	<b>60 %</b>	<b>61 %</b>	<b>45 %</b>
tilsvarende terningkast (1-5)	⑤	④	③	③	④	③	③	③	④	③
<b>(2) Innemiljø</b>										
Innendørs luftkvalitet	62 %	67 %	66 %	66 %	66 %	64 %	64 %	58 %	67 %	63 %
Støy	71 %	79 %	86 %	83 %	80 %	78 %	80 %	81 %	75 %	91 %
Termisk komfort	80 %	80 %	74 %	74 %	70 %	80 %	77 %	67 %	73 %	74 %
vektet sum poeng	<b>68 %</b>	<b>73 %</b>	<b>74 %</b>	<b>73 %</b>	<b>71 %</b>	<b>71 %</b>	<b>71 %</b>	<b>67 %</b>	<b>71 %</b>	<b>75 %</b>
tilsvarende terningkast (1-5)	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④
<b>(3) Tekniske egenskaper og ergonomi</b>										
Lett å installere	45 %	59 %	72 %	72 %	72 %	68 %	60 %	83 %	83 %	84 %
Lett å betjene i drift	60 %	69 %	70 %	66 %	66 %	72 %	69 %	71 %	71 %	80 %
Lett å vedlikeholde	50 %	52 %	65 %	65 %	65 %	84 %	84 %	69 %	73 %	75 %
Driftssikkerhet	43 %	47 %	46 %	43 %	43 %	53 %	54 %	54 %	54 %	45 %
vektet sum poeng	<b>50 %</b>	<b>58 %</b>	<b>64 %</b>	<b>63 %</b>	<b>63 %</b>	<b>71 %</b>	<b>68 %</b>	<b>70 %</b>	<b>71 %</b>	<b>73 %</b>
tilsvarende terningkast (1-5)	③	③	④	④	④	④	④	④	④	④

\* For bygg med befukting som hindrer at relativ fuktighet går under 30%RF. Dette gjelder bare spesielle bygg med kontrollert relativ fuktighet i hele bygningen, slik som museer o.l.. Her er den totale energibesparelsen beregnet på grunnlag av separate beregninger for tørrvarme og latent varme iht. konklusjonen på side 87 (Alternativ 1). Befukting er ikke å anbefale i vanlige norske boliger. Dersom en bolig må ha befukting lokalt f.eks. i et barerom, vil pkt (1) ovenfor likevel gi det beste inntrykket av lønnsomhet, uansett om et boligvarmegjenvinningsaggregat har fuktgjenvinning eller ei.

† For EnergyReturn-500 er karakter basert på en interpolert varmevirkningsgrad og fuktvirkningsgrad. For Enervent TS 300 er kapasiteten ved 100 Pa system motstand nok for en ca. 170 m<sup>2</sup> bolig. Se side 22.

**Tabell J.2**

Basis for lønnsomhetsberegning (Prisene er innhentet av Forbruker-rapporten. Prisene gjelder år 2001).

Produkt	Energy-return-500 <sup>(8)</sup>	Enervent TS 300 <sup>(8)</sup>	Flexit Falcon S3	Flexit Falcon S4	Flexit Falcon S4 TT	Vallox 90	Vallox Digit SE	Venmar Solo 2.0	Venmar Duo 1.9	Villavent VM1
Testet for boligstørrelse	200 m <sup>2</sup>	170 m <sup>2</sup>	135 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	135 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	135 m <sup>2</sup>

**Balansert ventilasjonssystem**

Aggregat (kr):	Forhandlerpris (eks. MVA)	-	-	7675	9445	10520	-	-	-	-	-
	Veiledende pris (inkl. MVA)	18600	21700	14276 <sup>(4)</sup>	17568 <sup>(4)</sup>	19567 <sup>(4)</sup>	26437	22940	15872 <sup>(5)</sup>	20956 <sup>(5)</sup>	26660
	Veiledende pris (inkl. MVA)	-	1228	299 <sup>(3)</sup>	299 <sup>(3)</sup>	299 <sup>(3)</sup>	-	-	-	-	558
Nødvendig tilleggsutstyr (kr):	Kommentar	Bypass innebygd	Filterhus	Sommer-blokk	Sommer-blokk	Sommer-blokk	Bypass innebygd	Bypass innebygd	Produserer ikke sommer-blokk	Bypass innebygget; Entalpisk kjøling	Sommer-blokk
Ikke nødvendig tilleggsutstyr (kr):	Veiledende pris (inkl. MVA)	-	1550	573 <sup>(3)</sup>	573 <sup>(3)</sup>	573 <sup>(3)</sup>	-	-	3225	3225	1984
	Kommentar	-	Ekstern kontrollpanel	Ekstern kontrollpanel	Ekstern kontrollpanel	Ekstern kontrollpanel	-	-	Elektrostatisk filter	Elektrostatisk filter	Ekstern kontrollpanel
Kanaler/Ventiler/Montering/Innregulering (kr)		16000	15500	15000	16000	16000	15000	16000	16000	16000	15000
Total investering (kr):	Uten tilleggsutstyr <sup>(1)</sup>	34600	38428	29574	33867	35866	41437	38940	31872	36956	42218
	Med tilleggsutstyr <sup>(1)</sup>	34600	39978	30147	34439	36439	41437	38940	33918	39002	44202
Filter (kr/år) <sup>(6)</sup> :	Veiledende pris (inkl. MVA)	500	484	326	326	326	589 <sup>(2)</sup>	589 <sup>(2)</sup>	500 <sup>(5)</sup>	500 <sup>(5)</sup>	285
Energibesparelse relativ til mek, avtrekk: (kWh/år):	Tomsø	9574	8197	4563	5974	7389	6130	6190	6203	6680	6469
	Oslo	7627	6523	3685	4796	5925	4930	4940	5004	5371	5218
	Bergen	7200	6189	3519	4537	5942	4952	4711	4712	5071	5342
Ev. tilleggsbesparelse ved befukning av hele bygget (kWh/år) <sup>(7)</sup> :	Tomsø	1081	686	0	0	0	0	0	0	1170	0
	Oslo	815	514	0	0	0	0	0	0	908	0
	Bergen	510	322	0	0	0	0	0	0	613	0

**Referansesystem: Mekanisk avtrekk**

Vifte/Kanaler/Ventiler/Montering/Innregulering (kr)	12500	12000	11000	12500	12500	11000	12500	12500	12500	12500	11000
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

(1) "Ikke nødvendig tilleggsutstyr" er ikke tatt med i lønnsomhetsberegning, men er tatt med på pris-sammenligning

(2) BEAM A/S oppgir 12% rabatt ved filterabonnement

(3) For tilleggsutstyr fra Flexit AS, ble det antatt at veiledende pris = forhandler pris, grunnet rabatt for mer utstyr

(4) For Flexit AS ble listepriene basert på kostnadsdata for privatkunder innhentet fra forhandlere/installatører

(5) Listepri for Venmar produktene inkluderer Ultima hovedkontroll som standard. Venmar produktene ble levert med elektrostatfilter. Filterkostnad innhentet fra forhandler Purair Systems AS: Elektrostatisk finfilter skiftes hvert 4. måned @ 150 kr. Vaskbar grovfilter som skiftes etter 5 år @ 300 kr.

(6) Årlige utgifter til filterabonnement: Tatt hensyn til at vaskbare grovfilter som skiftes ut bare etter noen år.

(7) Tilleggsbesparelse for aggregater med fuktgjennining i bygning med befukning av hele bygget for å hindre at relativ fuktighet går under 30%. Dette gjelder bare spesielle bygg med kontrollert relativ fuktighet i hele bygningen, slik som museer e.l. Energibesparelsen basert på beregning med netto fuktvirkningsgrad i.h.t. konklusjonen på side 87. Befukning er ikke å anbefale i vanlige norske boliger. Dersom en bolig må ha befukning lokalt f.eks. i et barnerom, vil besparelsen bli mindre enn ved befukning av hele bygget

(8) For EnergyReturn-500 er beregningene basert på en interpolert varmevirkningsgrad og fuktvirkningsgrad. For Enervent TS 300 er kapasiteten ved 100 Pa system motstand nok for en ca. 170 m<sup>2</sup> bolig. Se side 22.

**Tabell J.3**

Karaktergivning. Alle kategorier er beskrevet i detalj i Delrapport 2 <sup>/14/</sup>

Produkt	Energyreturn -500	Enervent TS 300	Flexit Falcon S3	Flexit Falcon S4	Flexit Falcon S4 TT	Vallox 90	Vallox Digit SE	Venmar Solo 2.0	Venmar Duo 1.9	Villavent VM1
---------	----------------------	--------------------	---------------------	---------------------	------------------------	-----------	--------------------	--------------------	-------------------	---------------

**(1) Energisparing og økonomi for vanlig enebolig**

1.1.a.2 – lufttetthet	⊗ Stor resirkulasjon (dårlig tetting i spjeld) og høy kasselekkasje (i langsgående skjøter). Gjentatte demontering kan dette gjør verre	⊙	⊗ Dørlåseskruer litt svake – mulighet for slitasje og høyere kasselekkasje	⊗ Dørlåseskruer litt svake – mulighet for slitasje og høyere kasselekkasje	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
1.1.a.3 – isolasjon	⊗ Aggregatet har lite innbygget isolasjon, Plasseres på loft e.l.	⊗ Aggregatet har lite innbygget isolasjon, Plasseres som regel på loft	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
1.1.a.4 – vifteeffekt	⊙ Panel med kabel	⊙ Panel med kabel	⊙ Panel med kabel (nødvendig) ⊗ Litt mindre gunstig vifteplassering, men	⊙ Panel med kabel (ikke nødvendig) ⊗ Litt mindre gunstig vifteplassering, men	⊙ Panel med kabel (ikke nødvendig) ⊗ Litt mindre gunstig vifteplassering, men	⊙ Veldig gunstig strømning, CO <sub>2</sub> & fuktstyring mulig	⊙ Gunstig strømning, CO <sub>2</sub> & fuktstyring mulig	⊙ Bra panel med kabel, fuktstyring, men ⊗ noe komplisert	⊙ Bra panel med kabel, fuktstyring, men ⊗ noe komplisert	⊙ kan kjøre med separat panel ⊗ Ikke gunstige vifteplass.
1.1.b – miljøbelastning	⊙ Gjenvinnbar – syrefast stål	⊙ Klistrelapp med returinstruks	⊙	⊙	⊙	⊗ mangelfull info om avfall	⊗ mangelfull info om avfall	⊙ Info om avfall	⊙ Info om avfall	⊗ mangelfull info om avfall

**(2) Innemiljø**

2.1.a – luftmengde	⊙ stor kapasitet, men ⊗ stor lekkasje	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙ klar brukerpanel med 8 vifetripp; kan kjøpe fukt eller CO <sub>2</sub> sensor	⊙ klar brukerpanel med 8 vifetripp; kan kjøpe fukt eller CO <sub>2</sub> sensor	⊙ Automatikk for bl.a. å begrense fuktighet. ⊗ kun 2 viftehastigheter	⊙ Automatikk for bl.a. å begrense fuktighet. ⊗ kun 2 viftehastigheter	⊙
2.1.b – filtrering	Lever med EU5 tilluftsfilter	⊙ EU7	⊙ EU7 standardfilter, filterabonnement, ⊗ ingen filter etter ettervarme - pyrolyse	⊙ EU7 standardfilter, filterabonnement, ⊗ ingen filter etter ettervarme - pyrolyse	⊙ EU7 standardfilter, filterabonnement	⊙ EU7 standardfilter, god beskrivelse av filterbytte, filterabonnement	⊙ EU7 standardfilter, god beskrivelse av filterbytte, filterabonnement	⊙ Elektrofilter. ⊗ Står ikke noe om filterbytte i bruksanvisning, ingen anbefaling om separat kjøkkenhette	⊙ Elektrofilter. ⊗ Står ikke noe om filterbytte i bruksanvisning, ingen anbefaling om separat kjøkkenhette	⊙ EU7 standardfilter, filteralarm. ⊗ ingen filter etter ettervarme - pyrolyse
2.1.b.1 – filter bypass	⊗ Alt for stor lekkasje	⊙ God filterløsning (lite lekkasje), ⊗ 6% resirkulasjon	⊙ veldig lav resirkulasjon. ⊗ Kondensavløp risiko for uttørring	⊙ veldig lav resirkulasjon. ⊗ Kondensavløp risiko for uttørring	⊙ Kondensavløp risiko for uttørring	⊙ Kondensavløp risiko for uttørring	⊙ Kondensavløp risiko for uttørring	⊙ Kondensavløp risiko for uttørring	⊙	⊙ God tetteløsning rundt filter, veldig lav resirkulasjon. ⊗ Kondensavløp risiko for uttørring
2.2 – støy	⊙ Leveres standard med lydtemperkasse	⊙ Leveres standard med lydtemperkasse	⊙ Anbefaler fleksible lydtemper som standard i installasjonsinstruks	⊙ Anbefaler fleksible lydtemper som standard i installasjonsinstruks	⊙ Anbefaler fleksible lydtemper som standard i installasjonsinstruks	⊙ Mye viftestøy til omgivelser	⊙	⊙ Ingen info eller anbefaling om lydtemper	⊙ Ingen info eller anbefaling om lydtemper	⊙ Anbefaler fleksible lydtemper som standard i installasjonsinstruks
2.3 – termisk komfort	⊙ Kan slå av veksling for sommerkjøling	⊙ Kan slå av veksling om sommeren. Mulig å kjøpe kontr.panel for autom. kjøling	⊙ Ettervarme med innstillbar temp.	⊙ Ettervarme med innstillbar temp.	⊙	⊙ Automatikk med bypass for sommerkjøling, ettervarme med innstillbar temp	⊙ Automatikk med bypass for sommerkjøling, ettervarme med innstillbar temp	⊙ ingen ettervarme	⊙ Entalpigjenvinning om sommeren, ev. bypass mulig	⊙

Produkt	Energyreturn-500	Enervent TS 300	Flexit Falcon S3	Flexit Falcon S4	Flexit Falcon S4 TT	Vallox 90	Vallox Digit SE	Venmar Solo 2.0	Venmar Duo 1.9	Villavent VM1
<b>(3) Tekniske egenskaper og ergonmi</b>										
3.1 – lett å installere	☑ smarte "laseblikk" for rask sammenmontering av aggregatdelene. ☑ Veldig stor & tung	☑ Modulær ☑ noe arbeid å montere & installere	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
3.1.a – installasjonsdokumentasjon	☑ Anbefaler spiro og m. gummitetting, tilfredsstillende monteringsveiledning, kanalstusser ikke merket men nevnt i veiledning. Info om kortslutning mellom avtast+luftinntak ☑ tendensis brukermanual / brosjyre, noen feilaktige opplysninger	☑ Anbefaler spiro, god monteringsveiledning, kanalstusser ikke merket, men nevnt i veiledning. Info om kortslutning mellom avtast + luftinntak	☑ prosjekteringstjeneste, leverer aggregat med avnising om hvor mange omdreininger ventiler skal ha, god monteringsveiledning, grei beskrivelse av luftinntak. ☑ Fleksible kanaler anbefalt i gren. ikke merket stusser. Ingen info om tiltak mot kortslutning	☑ prosjekteringstjeneste, leverer aggregat med avnising om hvor mange omdreininger ventiler skal ha, god monteringsveiledning, grei beskrivelse av luftinntak. ☑ Fleksible kanaler anbefalt i gren. ikke merket stusser. Ingen info om tiltak mot kortslutning	☑ prosjekteringstjeneste, leverer aggregat med avnising om hvor mange omdreininger ventiler skal ha, god monteringsveiledning, grei beskrivelse av luftinntak. ☑ Fleksible kanaler anbefalt i gren. ikke merket stusser. Ingen info om tiltak mot kortslutning	☑ bra informasjon om elektrisk installasjon, men ☑ mangelfull anbefalinger om kanalmontering	☑ bra informasjon om elektrisk installasjon, men ☑ mangelfull anbefalinger om kanalmontering m.m.	☑ god installasjonsveiledning, beskrivelse av luftinntak, veldig god monteringsveiledning ☑ nevner ikke spirokanaler	☑ god installasjonsveiledning, beskrivelse av luftinntak, veldig god monteringsveiledning ☑ nevner kke spirokanaler	☑ Anbefaler spiro, grei beskrivelse av luftinntak, god monteringsveiledning, dimensjonerings-eksemplær
3.1.b – størrelse, form, vekt	☑ Stor & tung hovedmodul, men passer mellom bjelkelag	☑ Demonterbar i lette moduler, men ☑ tar stor plass	☑	☑	☑	☑	☑	☑ Liten & lett for kapasitet	☑ Liten & lett for kapasitet	☑ Stor
3.1.c – innregulering	☑ må ev. innregulere med ekstern spjeld	☑ må ev. innregulere med ekstern spjeld	☑ Forinnstilling av ventiler; avtrekks- og tilluftsvifte kan innstilles individuelt ☑ I utgangspunktet ubalanserte vifter	☑ Forinnstilling av ventiler; avtrekks- og tilluftsvifte kan innstilles individuelt ☑ I utgangspunktet ubalanserte vifter	☑ Forinnstilling av ventiler; avtrekks- og tilluftsvifte kan innstilles individuelt ☑ I utgangspunktet ubalanserte vifter	☑ CE-motorer. Kan regulere fra kontrollpanel	☑ må ev. bruke ekstern spjeld	☑ Spjeld for innregulering (trykkuttak og individuell kalibrert tabell av trykkluftmengde)	☑ Spjeld for innregulering, (trykkuttak og individuell kalibrert tabell av trykkluftmengde)	☑ CE-motorer selvinregulerende, kan justere balansen fra kontrollpanel
3.2 – lett å betjene i drift	☑ Ingen beskrivelse av avisingsstatus	☑ kontrollpanel lett tilgjengelig, feilsøking. ☑ Ingen beskrivelse av avisingsstatus,	☑ kontrollpanel lett tilgjengelig, feilsøking. ☑ Ingen beskrivelse av avisingsstatus.	☑ feilsøking. ☑ Ingen beskrivelse av avisingsstatus	☑ feilsøking. ☑ Ingen beskrivelse av avisingsstatus	☑ Kontrollpanel med ledning. Viser temperatur. Mange valgmuligheter. ☑ lett å stille inn feil	☑ Kontrollpanel med ledning. Viser temperatur	☑ kontrollpanel med ledning; lomme for bruksanvisning, feilsøking. ☑ ikke lett forståelig ULTIMA brukerpanel (14 forskjellige modus), ingen avisingsdisplay	☑ kontrollpanel med ledning; lomme for bruksanvisning, feilsøking. ☑ ikke lett forståelig ULTIMA brukerpanel (14 forskjellige modus), ingen avisingsdisplay	☑ Lomme for bruksanvisning, bra info på LCD display, viser ettervarme power, enkel styring, feilsøking
3.3 – lett å vedlikeholde	☑ Bruksanvisning: grei beskrivelse av vedlikehold, selvrensende gjenvinner. ☑ sier ikke noe om kanalanelaget, vanskelig filterbytte, tungvint vedlikehold,	☑ Grei beskrivelse av periodisk vedlikehold, skjema, også vedlikehold av kanalsystemet, selvrensende gjenvinner ☑ vanskelig å komme til for filterbytte, tungvint vedlikehold	☑ Grei beskrivelse av periodisk vedlikehold, litt udetaljert, skapmodell ☑ tungvint å åpne dør vha. vanlige skruer; mange skarpe kanter	☑ Grei beskrivelse av periodisk vedlikehold, litt udetaljert, skapmodell ☑ tungvint å åpne dør vha. vanlige skruer; mange skarpe kanter	☑ Grei beskrivelse av periodisk vedlikehold, litt udetaljert, skapmodell ☑ dårlige låseskruer på dør, vanskelig å låse skikkelig; mange skarpe kanter	☑ Grei beskrivelse av periodisk vedlikehold, skapmodell, lett å holde ren (innvendig lakkert), automatisk stop ved åpen frontdeksel	☑ Grei beskrivelse av periodisk vedlikehold, skapmodell, lett å holde ren (innvendig lakkert)	☑ Grei beskrivelse av periodisk vedlikehold, automatisk stop ved åpen frontdeksel, rengjøringsvennlig. ☑ passer best på loft	☑ Grei beskrivelse av periodisk vedlikehold, selvrensende gjenvinner, automatisk stop ved åpen frontdeksel, rengjøringsvennlig. ☑ passer best på loft	☑ Grei beskrivelse av periodisk vedlikehold, skapmodell, kjempe lett å åpne deksel, autostop ved åpning
3.4 – driftssikkerhet	☑ Syrefast. ☑ mulig slitasje på spjeldmotor ?	☑ mulig slitasje på spjeldmotor ?	☑ To av de tre testede aggregater fra Flexit hadde feilmontert avising	☑ To av de tre testede aggregater fra Flexit hadde feilmontert avising	☑ To av de tre testede aggregater fra Flexit hadde feilmontert avising	☑ driftssikker	☑ meget driftssikker	☑ Tilnærmet korrosjonsfri (innv. deler av plast). virker driftssikker	☑ Tilnærmet korrosjonsfri (innv. deler av plast). virker driftssikker	☑ Gjenfrysing et problem på modellen som ble testet
3.4.a – kondens	☑ Ingen kondensavløp nødvendig (monteres med helning mot yttervegg for ev. drenering)	☑ Ingen kondensavløp nødvendig (monteres med helning mot yttervegg for ev. drenering)	☑ dreneringshull kunne være bedre	☑ Ikke godt nok dreneringshull – vannlekkasje. Automatikk plassert under dryppanne, fare for kortslutning	☑ Ikke godt nok dreneringshull – vannlekkasje. Automatikk plassert under dryppanne, fare for kortslutning	☑	☑	☑	☑	☑
3.4.b – kassens styrke	☑	☑	☑ "Industriell" utførelse, virker noe svakere enn de andre	☑ "Industriell" utførelse, virker noe svakere enn de andre	☑ "Industriell" utførelse, virker noe svakere enn de andre	☑	☑	☑	☑	☑
3.4.c – garanti	☑ produksjon ikke sikker ennå	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
3.4.d – elektrisk	☑ ingen samsvørserklæring	☑ ingen samsvørserklæring	☑ CE-merket (89/336/EEC, 73/23/EEC)	☑ CE-merket (89/336/EEC, 73/23/EEC)	☑ CE-merket (89/336/EEC, 73/23/EEC)	☑ ingen samsvørserklæring	☑ ingen samsvørserklæring	CE logo men ☑ ingen samsvørserklæring	CE logo men ☑ ingen samsvørserklæring	☑ ingen samsvørserklæring

