



Inneklima og energibruk ved bruk av balansert ventilasjon vs. hybrid ventilasjon i nybygg i massivtre

Skonnertveien Hageby



INGVILD HAKTORSON

VEILEDERE

Merethe Solvang Tingstveit
Paul Ragnar Svennevig

Universitetet i Agder, 2018

Fakultet for teknologi og realfag
Institutt for ingeniørvitenskap



Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"> • ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands. • ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt. • ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt. • har alle referansene oppgitt i litteraturlisten. • ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse. 	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å betrakte som fusk og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§ 31.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert.	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at Universitetet i Agder vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk.	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider.	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven. §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage Aura og på UiA sine nettsider med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller tausehetsbelagt/konfidensiell vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Universitetet i Agder en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

JA NEI

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?
(Båndleggingsavtale må fylles ut)

JA NEI

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

JA NEI

Er oppgaven unntatt offentlighet?

JA NEI

(inneholder taushetsbelagt informasjon. Jfr. Offl. §13/Fvl. §13)

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet ved Instituttet for ingeniørvitenskap som en del av masterprogrammet for Bygg ved Universitetet i Agder. Masteroppgaven inngår i emnet BYG508 og ble utført det fjerde og siste semesteret 2018. Kunnskap tilegnet fra fag ved Universitetet i Aarhus høsten 2017 ble brukt som grunnlag for valg av tema i oppgaven.

Jeg har fått mye hjelp i arbeidet med oppgaven og vil gjerne takke alle som har bidratt.

Først og fremst ønsker jeg å takke faglig veileder Merethe Solvang Tingstveit for gode innspill, faglig innsikt og engasjement i prosjektet. Jeg vil også takke medveileder Paul Ragnar Svennevig for nyttige råd og oppfølging underveis. Bengt Gunnar Michaelsen og Gunn Torill Rike Johansen i BGM Arkitekter AS har vært behjelpelig med å svare på spørsmål og gitt meg tilgang til nødvendig dokumenter. Førstnevnte har også vært viktig for å få kontakt med aktuelle beboere i Skonnertveien Hageby. Henrik Kofoed Nielsen og Johan Olav Brakestad vil jeg takke for deres hjelpsomhet underveis og lån av måleutstyr.

I tillegg vil jeg rette en stor takk til huseiere Erik Nielsen og Beate Sommer for at de har åpnet hjemmet sitt slik at jeg kunne gjennomføre målinger. De har også bidratt med interesse for prosjektet, gode tips og hjelp med innsamling av spørreundersøkelser. I den forbindelse vil jeg også takke alle som har deltatt på spørreundersøkelsen.

Til slutt ønsker jeg å takke venner og familie for støtte og motivasjon underveis i arbeidet.

Ingvild Haktorson

Ingvild Haktorson

Grimstad 31.05.2018

Summary

Most apartment buildings today are installed with mechanical balanced ventilation. A measure to reduce energy consumption and still satisfy the demand for heating is to apply hybrid ventilation. That includes using natural driving forces whilst reducing the use of mechanical ventilation. Furthermore, indoor climate in buildings is important because it has a major impact on human health, productivity and comfort. There is an increasing use of Cross-laminated timber (CLT) in Norway. However, there is little research on how CLT affects the indoor climate. The purpose of this master thesis is to investigate how balanced ventilation and hybrid ventilation affect the indoor climate and energy consumption in a CLT apartment building. The simulation tool IDA ICE was used to compare mechanical balanced ventilation with hybrid ventilation. In addition, measurements of the indoor climate with balanced ventilation were done in “Skonnertveien Hageby” and a survey was conducted with the residents to investigate the correlation between measurable tests and perceived comfort. The simulation states that when replacing balanced ventilation with hybrid ventilation in the CLT-building, energy consumption is reduced from 67.6 kWh/m² to 39.7 kWh/m². The results also show that the highest operative temperature drops from 30.6°C to 27.6°C with hybrid ventilation. However, hybrid ventilation has been shown to have a higher concentration of CO₂, with values up to 1370.5 ppm. This indicates that in order to achieve satisfactory air quality, the airflow would need to be increased. Maximum relative humidity is also slightly higher for hybrid ventilation compared to balanced ventilation. The results from the measurements show that the thermal and atmospheric climate in “Skonnertveien Hageby” is largely satisfactory. This also correlates with the results from the survey, where most of the residents are satisfied. The surface temperature is largely similar to the air temperature in the room, which indicates that CLT can contribute to steady temperatures. According to the measurements, CLT might have a positive impact on thermal comfort, relative humidity and indoor air quality, mainly due to its high thermal capacity.

Innholdsfortegnelse

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring.....	i
Publiseringsavtale.....	ii
Forord.....	iii
Summary.....	iv
Innholdsfortegnelse.....	v
Figurliste.....	viii
Tabelliste.....	x
Terminologi.....	xi
1 Innledning.....	1
2 Samfunnsperspektiv.....	2
3 Teori.....	4
3.1 Inneklima.....	4
3.1.1 Termisk inneklima.....	5
3.1.2 Atmosfærisk inneklima.....	10
3.2 Ventilasjon.....	11
3.2.1 Naturlig ventilasjon.....	12
3.2.2 Mekanisk ventilasjon.....	14
3.2.3 Hybrid ventilasjon.....	16
3.3 Case-studie Vessøya.....	18
3.4 Massivtre.....	19
3.5 Energieffektivitet.....	20
4 Forskerspørsmål.....	22
5 Case.....	23
6 Metode.....	26
6.1 Fremgangsmåte.....	26
6.2 Simuleringer i IDA ICE.....	26
6.2.1 Prøvesimulering.....	26
6.2.2 Simuleringsmodell for leilighet 113.....	27
6.2.3 Inndata til IDA ICE.....	28
6.2.4 Ventilasjonssystem for balansert ventilasjon.....	29
6.2.5 Kontrollstrategi for hybrid ventilasjon.....	30
6.2.6 Feilkilder simulering i IDA ICE.....	32
6.3 Målinger i leilighet.....	33
6.3.1 Planlegging og utførelse.....	33
6.3.2 Måleutstyr og plassering.....	33

6.3.3 Feilkilder knyttet til målingene	37
6.4 Spørreundersøkelse	38
6.4.1 Utførelse	38
6.4.2 Feilkilder knyttet til spørreundersøkelsen.....	38
7 Resultat.....	39
7.1 Resultat fra IDA ICE-simulering	39
7.1.1 Lufttemperatur og operativ temperatur	40
7.1.2 PPD og PMV	43
7.1.3 CO ₂ -nivå og RF	45
7.1.4 Beregnet energibruk.....	47
7.2 Resultat fra målinger.....	49
7.2.1 Lufttemperatur	49
7.2.2 Operativ temperatur.....	50
7.2.3 CO ₂ -nivå	51
7.2.4 CO ₂ -nivå og overflatetemperatur	53
7.2.5 Relativ luftfuktighet	54
7.2.6 Lufthastighet.....	56
7.3 Resultat fra spørreundersøkelse	57
8 Diskusjon	62
8.1 Simuleringer og resultat.....	62
8.1.1 Lufttemperatur og operativ temperatur:	62
8.1.2 PPD og PMV	62
8.1.3 CO ₂ -nivå og RF	63
8.1.4 Beregnet energibruk.....	63
8.2 Målinger og resultat.....	64
8.2.1 Lufttemperatur og operativ temperatur	64
8.2.2 CO ₂ -nivå	65
8.2.3 Relativ fuktighet (RF)	65
8.3 Spørreundersøkelse og resultat	66
8.4 Sammenligning av metoder	66
9 Konklusjon	68
10 Anbefalinger	69
11 Referanser	70
12 Vedlegg.....	73
12.1 A3-poster.....	73
12.2 Møterefater	75
12.3 Fremdriftsplan.....	84

12.4 Datablad KLH Massivtre	86
12.5 Infoskriv Skonnertveien Hageby	102
12.6 Spørreundersøkelse	103
12.7 Innreguleringsprotokoll leilighet 113.....	106
12.8 Energirapporter Simien og IDA ICE	107
12.9 Input data IDA ICE	122
12.10 Utregning av operativ temperatur.....	126
12.11 Resultater fra målinger uke 1 og 3.....	128
12.12 Svar på spørreundersøkelse.....	137

Figurliste

FIGUR 3.1 TILTAK FOR Å SIKRE GODT INNEKLIMA I NYE BOLIGER [15].....	5
FIGUR 3.2 SAMMENHENG MELLOM PMV OG PPD [16]	6
FIGUR 3.3 OPTIMAL OPERATIV TEMPERATUR SOM FUNKSJON AV AKTIVITET OG BEKLEDNING [16]	7
FIGUR 3.4 LUFTHASTIGHET, LUFTTEMPERATUR OG TURBULENSINTENSITET SOM GIR FORVENTET ANDEL MISFORNØYDE PÅ 15 % [16].....	8
FIGUR 3.5 OPPDRIFTSVENTILASJON [27]	13
FIGUR 3.6 NATURLIG VENTILASJONSPRINSIPPER [29].....	13
FIGUR 3.7 MEKANISK AVTREKKSVENTILASJON I BOLIG [32]	14
FIGUR 3.8 MEKANISK BALANSERT VENTILASJON I SMÅHUS [34].....	15
FIGUR 3.9 LEILIGHETSBYGG MED MEKANISK BALANSERT VENTILASJON OG INDIVIDUELLE VENTILASJONSANLEGG [33]	15
FIGUR 3.10 PARALLELLSYSTEM [38]	17
FIGUR 3.11 OMKOBLINGSSYSTEM [38]	17
FIGUR 3.12 SONESYSTEM [38]	18
FIGUR 3.13 PASSIVHUS MED MEKANISK OG NATURLIG VENTILASJON PÅ VESSØYA. FOTO: BENGT. G. MICHAELSEN	18
FIGUR 3.14 KRYSSLAGT MASSIVTREELEMENT SAMMENFØYD MED LIM [42]	19
FIGUR 5.1 SKONNERTVEIEN HAGEBY, BYGGETRINN 1 OG 2 MARKERT MED RØD RING. FOTO: BGM ARKITEKTER AS.	23
FIGUR 5.2 SKONNERTVEIEN HAGEBY. FOTO: INGILD HAKTORSON.....	23
FIGUR 5.3 ETASJEPLAN FOR 1. ETASJE. LEILIGHET NR. 113 MARKERT I RØD FIRKANT. TEGNING FRA BGM ARKITEKTER.....	24
FIGUR 5.4 PLANLØSNING LEILIGHET NR. 113. TEGNING FRA BGM ARKITEKTER.....	24
FIGUR 5.5 VENTILASJONSANLEGG I SKONNERTVEIEN HAGEBY. TEGNING FRA BGM ARKITEKTER.....	25
FIGUR 6.1 PLANLØSNING FOR LEILIGHET NR. 113. TEGNING FRA BGM ARKITEKTER.....	27
FIGUR 6.2 SONEINNDELING FOR LEILIGHET 113 I IDA ICE.....	27
FIGUR 6.3 3D-MODELL AV LEILIGHETEN FRA IDA ICE, SØR-ØST FASADE.....	28
FIGUR 6.4 3D-MODELL FRA IDA ICE, NORD-VEST FASADE.....	28
FIGUR 6.5 DRIFTSTID FOR UTSTYR OG BELYSNING I IDA ICE.....	29
FIGUR 6.6 STANDARD LUFTAGGREGAT FOR BALANSERT VENTILASJON I IDA ICE	30
FIGUR 6.7. KONTROLLSTRATEGI FOR ÅPNING AV VINDUER I IDA ICE.....	30
FIGUR 6.8. PERSONBELASTNING FOR "MIXED MODE" HYBRID VENTILASJON	31
FIGUR 6.9. KONTROLLSTRATEGI FOR AVTREKK I IDA ICE	32
FIGUR 6.10. ELMA DT-802D CO ₂ MONITOR/DATALOGGER.....	34
FIGUR 6.11. RESULTAT FRA KALIBRERING AV CO ₂ -LOGGERE.....	34
FIGUR 6.12. UTHENTING AV DATA FRA LOGGEREN TIL MULTIPLE DATALOGGER.....	35
FIGUR 6.13. OPPSETT FOR MÅLING PÅ SOVEROM.....	35
FIGUR 6.14. OPPSETT FOR MÅLING I STUE/KJØKKEN. MÅLER PLASSERT PÅ VEGG VENDT MOT NORD- ØST.....	35
FIGUR 6.15. OPPSETT FOR MÅLING I STUE. MÅLER PLASSERT PÅ VEGG VENDT MOT SØR-VEST.....	36
FIGUR 6.16. RAYTEK RAYNGER ST80-IS IR-TERMOMETER.....	36
FIGUR 6.17. TILLUFTSVENTIL I STUE.....	37
FIGUR 6.18. VARMETRÅDSANEMOMETER.....	37
FIGUR 7.1 BALANSERT VENTILASJON: LUFTTEMPERATUR OG OPERATIV TEMPERATUR 15. FEBRUAR.....	41
FIGUR 7.2 HYBRID VENTILASJON: LUFTTEMPERATUR OG OPERATIV TEMPERATUR 15. FEBRUAR.....	41
FIGUR 7.3 BALANSERT VENTILASJON: LUFTTEMPERATUR OG OPERATIV TEMPERATUR 16. JULI	42
FIGUR 7.4 HYBRID VENTILASJON: LUFTTEMPERATUR OG OPERATIV TEMPERATUR 16. JULI	42
FIGUR 7.5 GRAFISK FREMSTILLING AV OPERATIV TEMPERATUR I IDA ICE	43
FIGUR 7.6 BALANSERT VENTILASJON: PPD OG PMV 15. FEBRUAR.....	43
FIGUR 7.7 HYBRID VENTILASJON: PPD OG PMV 15. FEBRUAR	44
FIGUR 7.8 BALANSERT VENTILASJON: PPD OG PMV 16. JULI.....	44
FIGUR 7.9 HYBRID VENTILASJON: PPD OG PMV 16. JULI	45
FIGUR 7.10 BALANSERT VENTILASJON: CO ₂ -NIVÅ OG RF 15. FEBRUAR.....	45
FIGUR 7.11 HYBRID VENTILASJON: CO ₂ -NIVÅ OG RF 15. FEBRUAR.....	46
FIGUR 7.12 BALANSERT VENTILASJON: CO ₂ -NIVÅ OG RF 16. JULI.....	46
FIGUR 7.13 HYBRID VENTILASJON: CO ₂ -NIVÅ OG RF 16. JULI.....	47
FIGUR 7.14 LEVERT ENERGI FOR BALANSERT VENTILASJON	47

FIGUR 7.15 MÅNEDLIG KJØPT/SOLGT ENERGI FOR BALANSERT VENTILASJON	48
FIGUR 7.16 LEVERT ENERGI FOR HYBRID VENTILASJON	48
FIGUR 7.17 MÅNEDLIG KJØPT/SOLGT ENERGI FOR HYBRID VENTILASJON.....	49
FIGUR 7.18 TEMPERATUR INNE OG TEMPERATUR UTE FRA MÅLINGER.....	50
FIGUR 7.19 MÅLTE CO ₂ -VERDIER PÅ SOVEROM I UKE 2	52
FIGUR 7.20 MÅLTE CO ₂ -VERDIER I STUE UKE 2	52
FIGUR 7.21 MÅLTE CO ₂ -VERDIER I STUE/KJØKKEN UKE 2	53
FIGUR 7.22 CO ₂ -NIVÅ OG OVERFLATETEMPERATUR PÅ SOVEROM	53
FIGUR 7.23 CO ₂ -NIVÅ OG OVERFLATETEMPERATUR I STUE.....	54
FIGUR 7.24 RELATIV FUKTIGHET INNE OG RELATIV FUKTIGHET UTE	55
FIGUR 7.25 CO ₂ -NIVÅ VS. RF INNE PÅ SOVEROM.....	55
FIGUR 7.26 CO ₂ -NIVÅ VS. RF INNE I STUE	56
FIGUR 7.27 CO ₂ -NIVÅ VS. RF INNE I STUE/KJØKKEN.....	56
FIGUR 7.28 RESULTATER FRA SPØRREUNDERSØKELSE: SYMPTOMER.....	58
FIGUR 7.29 RESULTATER FRA SPØRREUNDERSØKELSE: MILJØFAKTORER	58

Tabelliste

TABELL 3.1 SYV FAKTORER SOM INNGÅR I BEGREPET INNEMILJØ [12]	4
TABELL 3.2 SKALA FOR PMV-INDEKS [11]	6
TABELL 3.3 AKTIVITETSNIVÅ OG VARMEPRODUKSJON [16]	7
TABELL 3.4 BEKLEDNING OG ISOLASJON [16]	8
TABELL 3.5 ANBEFALTE VERDIER FOR OPERATIV TEMPERATUR [19]	10
TABELL 3.6 KLASSIFISERING AV CO ₂ -KONSENTRASJON [23]	11
TABELL 3.7 AVTREKKSOLUM I BOLIG §13-2 [19]	12
TABELL 3.8 ENERGILTAK TEK17 § 14-2 (2) [45]	20
TABELL 3.9 MINIMUMSKRAV TIL ENERGIEFFEKTIVITET [45]	21
TABELL 6.1 PRØVESIMULERING FRA IDA ICE SAMMENLIGNET MED SIMIEN-BEREGNING	26
TABELL 6.2 MATERIALER OG U-VERDI	28
TABELL 6.3 ØVRIGE INNDATA I IDA ICE	29
TABELL 6.3 SETTPUNKT FOR VAV-SYSTEM	32
TABELL 6.4. TRE TYPER MÅLEFEIL	38
TABELL 7.1 GJENNOMSNITTSVERDIER OG STANDARDAVVIK FOR BALANSERT VENTILASJON 16. JULI	39
TABELL 7.2 GJENNOMSNITTSVERDIER OG STANDARDAVVIK FOR HYBRID VENTILASJON 16. JULI	39
TABELL 7.3 GJENNOMSNITTSVERDIER OG STANDARDAVVIK FOR BALANSERT VENTILASJON 15. FEBRUAR	40
TABELL 7.4 GJENNOMSNITTSVERDIER OG STANDARDAVVIK FOR HYBRID VENTILASJON 15. FEBRUAR	40
TABELL 7.5 PROSENTANDEL FOR TERMISK KOMFORT VED BALANSERT VENTILASJON OG HYBRID VENTILASJON	40
TABELL 7.6 GJENNOMSNITT OG STANDARDAVVIK FRA MÅLINGER UKE 2	49
TABELL 7.7 BEREGNET OPERATIV TEMPERATUR PÅ SOVEROM	51
TABELL 7.8 BEREGNET OPERATIV TEMPERATUR STUE/KJØKKEN	51
TABELL 7.9 PROSENTANDEL SYMPTOMER	59
TABELL 7.10 PROSENTANDEL MILJØFAKTORER	59
TABELL 7.11 FORHOLD MELLOM SYMPTOMER OG ETASJE	60
TABELL 7.12 FORHOLDET MELLOM MILJØFAKTOR OG ETASJE	61

Terminologi

Atmosfærisk innelima	Luftkvalitet. Luftens kjemiske og fysiske sammensetning (gasser, damper, luktstoffer og partikler).
Bruksareal (BRA)	Summen av arealet i et bygg som ligger innenfor ytterveggene (innvendige skillevegger inngår).
Constant Air Volume (CAV)	Styringsprinsipp for ventilasjon med konstant luftmengde.
Netto energibehov	Bygningens energibehov uten hensyn til virkningsgraden i energisystemet eller tap i energikjeden.
Operativ temperatur	Samlet virkning av lufttemperatur og termisk stråling (strålingsutveksling med omgivende materialer).
Predicted Mean Vote (PMV)	Forventet gjennomsnittlig vurdering. En 7-punkts vurderingsskala brukes som grunnlag for individenes opplevelse av den termiske tilstanden.
Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)	Forventet andel misfornøyde med et gitt termisk innelima ved gitt bekledning og aktivitet. Angis i prosent.
Relativ luftfuktighet	Fuktighet som luften inneholder ved en bestemt temperatur, i forhold til hva den maksimalt kan inneholde ved samme temperatur. Angis i prosent.
Specific Fan Power (SFP)	Forholdet mellom den elektriske effekten som er nødvendig for å drive viftene og luftmengden som forflyttes ved hjelp av disse viftene.
Temperatur	Dersom ikke annet er oppgitt er det lufttemperatur det henvises til ved bruk av dette begrepet.
Termisk innelima	Temperatur, luftfuktighet og luftbevegelser som påvirker den termiske komforten.
Variable Air Volume (VAV)	Styringsprinsipp for ventilasjon med variabel luftmengde. Kan styres etter eksempelvis temperatur og luftkvalitet.
Varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi)	Mengden varme som pr. tidsenhet passerer en kvadratmeter av konstruksjonen ved en temperaturforskjell på én kelvin. Angis i $W/(m^2K)$

1 Innledning

Miljøutfordringene verden står overfor i dag gjør at det er et økende fokus på å bygge energieffektivt. Dette har ført til at det med TEK17 er kommet strengere krav til energibruk i bygninger. De fleste boligblokker blir i dag installert med mekanisk balansert ventilasjon. Et tiltak for å redusere energibruken kan være å ta i bruk naturlige drivkrefter og samtidig redusere bruken av mekanisk ventilasjon. Det kalde klimaet i Norge om vinteren gjør at vi har et stort behov for oppvarming for å opprettholde behagelig innetemperatur. For å tilfredsstille dette og samtidig bidra til redusert energibruk, kan hybrid ventilasjon være en løsning. Da har man mulighet til å bruke de positive sidene ved begge systemene. Ved «mixed mode» hybrid ventilasjon kan man ved hjelp av ulike kontrollsystem utnytte naturlig ventilasjon når det er mulig og mekanisk ventilasjon når det er nødvendig for å tilfredsstille kravene til komfort og energibruk. Strengt krav til lufttette bygningskropper kan også øke risikoen for overtemperatur, noe som krever store ventilasjonsmengder for å fjerne. Hybrid ventilasjon vil kunne bidra til å fjerne overskuddsvarme ved høye temperaturer og samtidig redusere energiforbruket til drift av vifter.

Inneklima i bygninger er også en viktig faktor fordi det har stor påvirkning på menneskers helse, produktivitet og komfort. Dårlig inneklima kan føre til symptomer som tretthet, hodepine, svimmelhet og tørr hud [1]. Vi tilbringer mye av tiden innendørs og da kan dårlig inneklima bidra til redusert livskvalitet.

Bevisst materialbruk kan ha en positiv virkning på følelsen av komfort i bygningen. En markedsanalyse utarbeidet av TreBruk i 2017 viser at det vil være en dobling i bruk av massivtre i Norge de neste 5 årene [2]. Likevel er det lite forskning på hvilken effekt massivtre har på inneklimaet. I tillegg er det lite eller ingen forskning på hvordan hybrid ventilasjon kan utnyttes i boliger og boligblokker. Dette gjør det interessant å undersøke hvordan de ulike ventilasjonssystemene i et nybygg i massivtre påvirker både energibruken og inneklimaet.

Masteroppgaven er skrevet for Universitetet i Agder med god hjelp fra BGM Arkitekter AS. Skonnertveien Hageby i Grimstad er brukt som case og en forskningsbasert tilnærming med simulering, målinger og undersøkelse er brukt for å kunne svare på problemstillingen.

Oppgaven er en skrevet som en del av studiet Bygg Master ved Universitetet i Agder, og er bygget opp etter fakultetets rapportmal.

2 Samfunnsperspektiv

Dagens globale miljøutfordringer krever at samfunnet må gjennom et grønt skifte, og målet er at Norge skal være et lavutslippssamfunn innen 2050 [3]. Internasjonale klimaavtaler som Kyotoprotokollen, vedtatt i 1997, skal bidra til at utslippet av klimagasser i atmosfæren reduseres [4]. Byggesektoren står for ca. 40 % av verdens energibruk og klimautslipp [5]. Dersom denne kan reduseres vil det bidra betydelig til de totale miljøutslippene verden har i dag. Betong er det mest brukte byggematerialet og det anslås at sement, som er den viktigste ingrediensen i betong, står for rundt 5 % av det globale CO₂-utslippet [6]. Økende bruk av bærekraftige materialer som erstatning for betong vil være et viktig tiltak for å redusere utslippene.

Tre er et naturlig og fornybart byggemateriale, og ved riktig anvendelse er det også et bærekraftig materiale [7]. Økt bruk av treprodukter reduserer utslipp av klimagasser til atmosfæren. Når trær vokser, omdannes CO₂ til biomasse gjennom fotosyntesen. Når treet etter endt levetid brennes eller brytes ned biologisk, går CO₂ tilbake til karbonsyklusen [7]. Ved å utnytte skogen til byggematerialer vil denne syklusen forlenges. Tre i materialer og bygninger vil da fungere som et karbonlager. I tillegg krever produksjonen av treprodukter lite energi ved fremstilling, og dette gir et lavt utslipp av CO₂ [7].

Trevirke blir i økende grad anvendt for sin positive innvirkning på helse, velvære og produktivitet, noe som gir lignende effekter som ved å tilbringe tid ute i naturen [8]. Å oppholde seg i hus med eksponerte overflater i tre kan bidra til en følelse av komfort. I en studie utført av "The Japan Wood Research Society" i 2005 brukte de kontinuerlige blodtryksmålinger som indikator for å sammenligne veggpaneler i henholdsvis tre (Hinoki) og hvitt stål [9]. Resultatene viste at visuell stimulering av veggpaneler i tre hadde følelsesmessig inntrykk på mennesker og førte til at blodtrykket sank betydelig hos personer som likte dem. Til sammenligning viste undersøkelsen at det hvite stålpanelet økte følelsen av stress. En annen studie utført av «Medical University of Graz, Austria», indikerer at bruk av massivt tre i klasserom kan bidra til å redusere elevenes stressnivå [10].

I tillegg til en avslappet og god atmosfære, vil det bygningsfysiske ha påvirkning på hvordan innemiljøet er i trehus. Eksponerte treoverflater med diffusjonsåpen overflatebehandling har evnen til å regulere luftfuktigheten og temperaturen gjennom fuktbufring [7]. I tillegg kan det absorbere gasser som NO_x og formaldehyd. Disse effektene kan ha positive innvirkning på inneluften. I Norge oppholder vi oss innendørs opptil 95 % av tiden og da er et godt innemiljø viktig for å opprettholde en god helse [11]. Dårlig inneklimate kan føre til plager og sykdommer som gjør at flere blir sykemeldt og sykefraværet på arbeidsplasser øker [12]. Dette igjen fører til økte kostnader for bedrifter gjennom tapt arbeidskraft og redusert produksjon. I tillegg kan det gi kostnader for staten som utbetaler sykepengene. Et godt inneklimate bidrar til høyere produktivitet og mindre sykdom, som er positivt for enkeltmennesker og samfunnet som helhet.

Materialbruk og byggemetoder forandrer seg i takt med utvikling av teknikk, kultur og økonomi. Bygningsfysikk handler om å ivareta hensyn til klimapåkjenninger og krav til inneklimate, energieffektivitet og bestandighet på en ressursmessig og økonomisk fornuftig måte [13]. Bygningene vi oppholder oss i har stor betydning for vår velstand og komfort, og det er derfor viktig med velfungerende og funksjonelle konstruksjoner [13].

I tillegg til valg av materialer, kan ulike løsninger for ventilasjonssystemet bidra til energieffektivisering av bygninger. Mindre bruk av mekanisk ventilasjon til fordel for naturlig eller hybrid ventilasjon vil kunne gi lavere energiforbruk og dermed være mer miljøvennlig. Dersom dette i tillegg har fordeler med hensyn til inneklime vil det ha positive virkninger på helse og livskvalitet for brukerne av bygningen.

3 Teori

3.1 Inneklima

Inneklima defineres av WHO¹ som de fem faktorene termisk miljø, atmosfærisk miljø, akustisk miljø, aktinisk miljø og mekanisk miljø [14]. I begrepet innemiljø inngår også de estetiske og psykososiale forholdene [14]. De syv faktorene som inngår i begrepet innemiljø er forklart i Tabell 3.1.

Faktor	Forklaring
Termisk miljø	Temperatur, luftfuktighet og luftbevegelser som påvirker den termiske komforten.
Atmosfærisk miljø	Luftkvalitet. Forurensing i form av gasser, damper, luktstoffer og partikler fører til redusert luftkvalitet.
Akustisk miljø	Lyd, støy og akustikk.
Aktinisk miljø	Lys og stråling. Her inngår både dagslys og kunstig belysning, samt radioaktiv stråling.
Mekanisk miljø	Innredning og overflatevalg. Avgassing fra ulike materialer og overflatebehandlinger har betydning for luftkvaliteten.
Estetisk miljø	Hvordan sansene oppfatter omgivelsene, med hovedvekt på synsinntrykket.
Psykososialt miljø	Samspillet mellom individene og omgivelsene, slik det oppleves av individene.

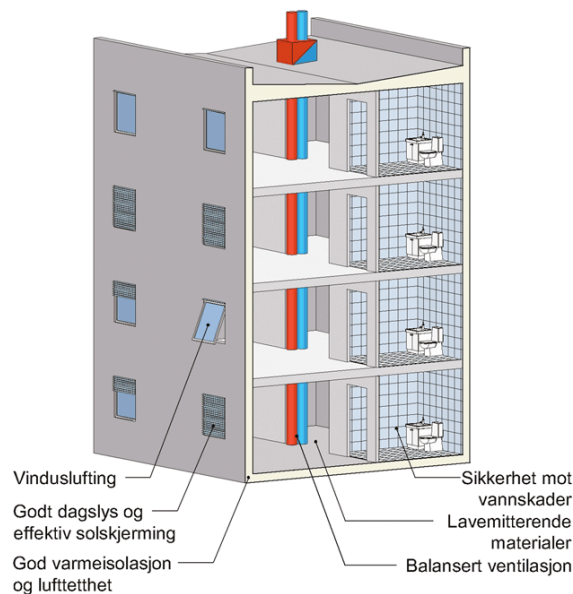
Tabell 3.1 Syv faktorer som inngår i begrepet Innemiljø [14]

Et godt inneklima er viktig for beboeres helse, trivsel og produktivitet. WHO definerer helse som en tilstand av fullstendig fysisk, psykisk og sosialt velvære og ikke bare fravær av sykdom eller lidelser [15]. Et godt inneklima skal altså forebygge sykdom, men også bidra til velvære. Luftforurensningen inne kan være 2–100 ganger verre enn ute og i Norge oppholder vi oss innendørs store deler av tiden [11]. Dersom inneklimaet ikke er tilfredsstillende kan det føre til sykdom og helsemessige plager hos mennesker. Vanlige plager er slimhinneirritasjon, luftveisinfeksjoner, hodepine, unormal trøtthet, tørr hud og konsentrasjonsvansker [1]. En forurenset inneluft kan i tillegg fremme overfølsomhet og føre til allergiske eller allergilignende reaksjoner som blant annet astma og høysnue [11].

Inneklima påvirkes av beboernes daglige bruk, innredning, rengjøring og vedlikehold av boligen [16]. I tillegg kan plasseringen av bygningen og planløsningen bidra til variasjoner i inneklimaet. Ved valg av plassering bør man vurdere støyforhold, lysforhold og forurensning i den lokale uteluften. Planløsningen er viktig for funksjonen av den mekaniske ventilasjonen og luftføringen i boligen. For eksempel bør det være mulighet for sikker vinduslufting i flere fasader som legger til rette for gjennomlufting. Plassering av kjøkken, komfyr og luftinntak bør også tas hensyn til for å bedre luftkvaliteten [16].

¹ WHO: World Health Organization

Figur 3.1 viser tiltak for å sikre et godt inneklima i nye boliger. Dersom disse tiltakene oppfylles i tilfredsstillende grad, vil det kunne gi komfortable forhold innendørs.



Figur 3.1 Tiltak for å sikre godt inneklima i nye boliger [16]

3.1.1 Termisk inneklima

Termisk inneklima omfatter lufttemperatur, strålingstemperatur, luftbevegelser og relativ luftfuktighet innendørs [17]. Dette er faktorer som påvirker den termiske komforten i en bolig. Termisk komfort eller varmekomfort er en subjektiv følelse der vi er tilfreds med det termiske klimaet inne. Dette avhenger av bekledding, aktivitet og det termiske klimaet. Opplevelse av trekk, for kalde hender/føtter eller for stor temperaturforskjell mellom ankel- og hodenivå kan føre til termisk ubehag. I tillegg kan temperaturforskjeller på omgivelsenes overflater som vindu, tak og gulv, kalt strålingsasymmetri, bidra til uønsket termisk tilstand [13]. Mennesker har forskjellige preferanser hva angår temperatur og det er ikke mulig å ha et klima som tilfredsstillende alle [17].

I menneskekroppen er det store varmemengder som produseres og denne varmen må transporteres bort slikt at kroppen er i varmebalanse [13]. Det er hovedsakelig fire mekanismer for avgitt kroppsvarme: ved stråling til de omgivende flatene, ved konveksjon til omgivende luft, ved fordamping av vann fra hud og luftveier og ved oppvarming av åndingsluften. Kroppen tilføres eller mister varme gjennom stråling fra omgivende flater. Konveksjonsvarme transporteres til luft som strømmer forbi kroppen. Konveksjonsvarmen øker når luftbevegelsene blir større og når lufttemperaturen blir lavere. Varme føres også bort fra kroppen ved varmeledning til flater vi er i kontakt med, men dette utgjør normalt en ubetydelig del av det totale varmetapet [13].

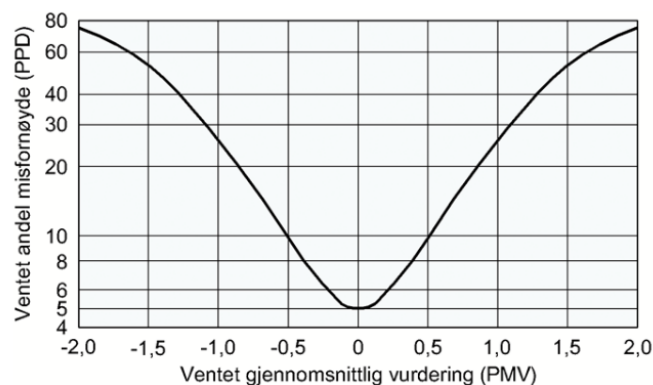
For vurdering av termisk komfort brukes ofte indeksene PMV² og PPD³. PMV står for Predicted Mean Vote (forventet gjennomsnittlig vurdering) og en 7-punkts vurderingsskala brukes som grunnlag for kvantifisering av de forskjellige individenes opplevelse av den termiske tilstanden [13], se Tabell 3.2. En PMV-indeks på 0 indikerer at forventet gjennomsnittlig vurdering er at rommet er termisk komfortabelt.

PMV-verdi	Vurdering av tilstanden
3	Altfor varmt, hett
2	For varmt
1	Litt for varmt
0	Nøytral
-1	Litt for kaldt
-2	For kaldt, kjølig
-3	Altfor kaldt

Tabell 3.2 Skala for PMV-indeks [13]

PPD står for Predicted Percentage of Dissatisfied (forventet andel misfornøyde). PPD-indeksen angir prosentandelen av et normalisert utvalg personer som vil være misfornøyd med et gitt termisk inneklima ved gitt bekledding og aktivitet [17].

P.O Fangers komfortligning gir mulighet for å finne optimale kombinasjoner av de involverte parameterne som i gjennomsnitt vil oppleves som termisk nøytrale [13]. PMV-indeks beregnes og derav PPD-indeksen, ut fra forutsetninger om bekledding, aktivitetsnivå og aktuelle verdier for de sentrale innelimeparameterne. Med en PMV-indeks på 0 (nøytralt), vil ca. 5 % være misfornøyde, se Figur 3.2. Det er normalt å sikte mot forhold der ca. 90 % er tilfredsstillt, dvs. slik at det er 10 % PPD og MPV-indeksen ligger innenfor -0,5 - +0,5 [13].

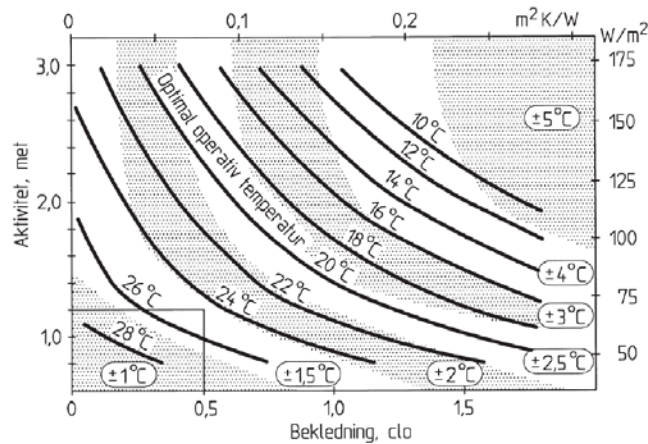


Figur 3.2 Sammenheng mellom PMV og PPD [17]

² PMV: Predicted Mean Vote

³ PPD: Predicted Percentage of Dissatisfied

Det finnes en optimal operativ temperatur som gir PMV-indeks lik 0, avhengig av aktivitet og bekledding for personer i rommet. Dette er vist i diagram i Figur 3.3.



Figur 3.3 Optimal operativ temperatur som funksjon av aktivitet og bekledding [17]

De skraverte feltene i Figur 3.3. angir temperaturområder der $-0,5 < PMV < +0,5$. Ved høyere bekledding og aktivitetsnivå er lavere operativ temperatur akseptabel. Indeksene PMV og PPD tar utgangspunkt i varmebalansen for kroppen som helhet. Det bør også tas hensyn til lokal termisk ubehag, der spesielle deler av kroppen sjeneres av lokal nedkjøling eller oppvarming. Spesielt mennesker i lav aktivitet er følsomme for dette [13].

Aktivitetsnivået avgjør hvor mye varme menneskekroppen produserer. Ved stillesittende aktivitet produseres 70 W/m^2 kroppsflate som tilsvarer 1,2 met (metabolisme-stoffskiftet) [17], se Tabell 3.3.

Aktivitet	Varmeproduksjon [W/m^2]	Varmeproduksjon [met]
Liggende hvile	46	0,8
Sittende, avslappet	58	1,0
Stillesittende aktivitet	70	1,2
Stående, lett aktivitet	93	1,6
Stående, middels aktivitet	116	2,0

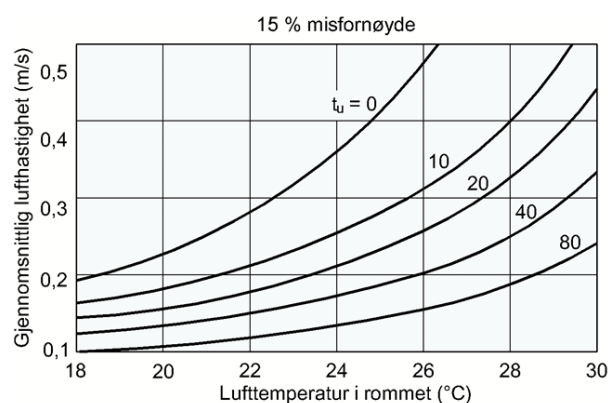
Tabell 3.3 Aktivitetsnivå og varmeproduksjon [17]

Bekledding påvirker også varmetapet fra kroppen. Varmeledningsmotstanden eller isolasjonsgraden oppgis ofte i den relative enheten clo, hvor 0,50 clo tilsvarer bekleddingen lett bukse, skjorte med korte ermer, underbukse, lette sokker og sko, vist i Tabell 3.4.

Bekledning	Isolasjon [m ² K/W]	Isolasjon [clo]
Shorts, underbukse, T-skjorte, lette sokker, sandaler	0,005	0,30
Lett kjole med ermer, underkjole, strømpebukse, truser	0,070	0,45
Lett bukse, skjorte med korte ermer, underbukse, lette sokker, sko	0,080	0,50
Skjørt, skjorte med ermer, truse, strømpebukse, sandaler	0,095	0,60
Skjørt, genser med rund hals, skjorte, truse, tykke knestrømper	0,140	0,90
Jakke, bukse, skjorte, underbukse, sokker, sko	0,155	1,00
Frakk, jakke, vest, bukse, skjorte, kort undertøy, sokker, sko	0,230	2,50

Tabell 3.4 Bekledning og isolasjon [17]

Den termiske komforten henger sammen med lufthastigheten. Lufthastigheten virker inn på konvektiv varmeutveksling. Høy lufthastigheten (trekk) kan føre til ubehag, spesielt ved lave temperaturer og stillesittende aktivitet. Trekk kan skyldes luftnedfall (kaldras) fra avkjølte flater, ventilasjonsanlegg som skaper for stor luftbevegelse eller luftlekkasjer i bygningens klimaskjerm [17]. Økt lufthastighet kan bidra til bedre termisk komfort dersom man føler seg for varm. Raskt varierende luftstrøm (høyturbulent) er ofte mer ubehagelig enn lavturbulent luftstrøm. Hvor mye luftstrømmene svinger kalles turbulensintensiteten. Den varierer som regel mellom 30 og 60 % i lokaler med mekanisk omrøringsventilasjon. Figur 3.4. viser sammenhengen mellom forventet andel misfornøyde på grunn av gjennomsnittlig lufthastighet, lufttemperatur og turbulensintensitet [17].



Figur 3.4 Lufthastighet, lufttemperatur og turbulensintensitet som gir forventet andel misfornøyde på 15 % [17]

Lufthastigheten i oppholdssonen bør ikke overstige 0,12 m/s unntatt på særlig varme dager (> 24 ° C). Ved høy sommertemperatur vil mange foretrekke 0,25 m/s [18].

Luftfuktigheten har betydning for fordampningshastigheten av vann fra kroppen og vil påvirke den termiske komforten. Den relative luftfuktighet (RF) er den vanddampmengden en luftmengde inneholder ved en viss temperatur, i prosent av det luftmengden maksimalt kan inneholde ved samme temperatur [19]. Relativ luftfuktighet beregnes som vist i Formel 3.1.

$$RF = \frac{v}{v_{\text{sat}}} \times 100 \text{ [%]} \quad \text{Formel 3.1.}$$

v = Dampinnhold [g/m^3]

v_{sat} = Metningsdampinnhold [g/m^3]

Variasjon mellom 20 og 60 % RF vil ha lite påvirkning på følelsen av komfort [13]. Svært lav RF kan likevel gi plager som tørre øyne og luftveier og kan øke risikoen for virusinfeksjoner. Høy relativ luftfuktighet kan føre til termisk ubehag og gir økt svetteproduksjon. Variasjonene i RF har størst betydning for bygningsdeler og konstruksjoner, hvor lav fuktighet kan føre til uttørking av porøse materialer og høy RF kan føre til kondens og fuktskader i konstruksjonen [13]. Øvre grense for relativ luftfuktighet bestemmes av risikoen for mikrobiologisk vekst (husstøvmidd og muggsopp) og fare for kondens. I de kaldeste vintermånedene bør ikke relativ luftfuktighet overskride 40 % og i de varmeste sommermånedene bør den være under 70 % [13].

I TEK17⁴ § 13-4 angis det at termisk inneklime for rom i varig opphold skal tilrettelegges ut fra hensynet til helse og tilfredsstillende komfort ved forutsatt bruk [20]. I rom for varig opphold skal minst ett vindu eller én dør kunne åpnes mot det fri og til uteluft. Lufttemperaturen er den viktigste målingen for inneklime. I TEK17 er det anbefalt at lufttemperaturen holdes under 22 °C når det er oppvarmingsbehov [20]. Temperaturen skal tilpasses rommets funksjon og bruk, og mulighet for individuelle reguleringer bør tilstrebes. I tillegg er det gitt at en lufttemperaturforskjell på 3-4 °C mellom føtter og hode, og daglig periodisk temperaturvariasjon på 4°C gir uakseptabelt ubehag [20].

Man skiller mellom lufttemperatur og operativ temperatur. Operativ temperatur er en samlet virkning av lufttemperatur og termisk stråling (strålingsutveksling med omgivende materialer) [17]. Når man blir eksponert for flater med en annen temperatur enn lufttemperaturen er operativ temperatur et bedre mål enn kun lufttemperatur. Operativ temperatur omtales ofte også som følt eller opplevd temperatur.

Den operative temperaturen kan beregnes som den aritmetiske middelen av gjennomsnittlig strålingstemperatur og lufttemperatur [17], ifølge Formel 3.2.

$$t_{\text{op}} = 0,5 \times (t_L + t_{\text{fm}}) [\text{C}^\circ] \quad \text{Formel 3.2.}$$

t_L = Lufttemperatur [C°]

t_{fm} = Gjennomsnittlig strålingstemperatur [C°]

⁴ TEK17 – Byggt teknisk forskrift 2017

Formelen gjelder for lufthastighet mindre enn 0,2 m/s, eller når differansen mellom middelstrålingstemperaturen og lufttemperaturen er mindre enn 4 °C.

I henhold til anbefalinger i Byggeteknisk forskrift (TEK17), se Tabell 3.5 bør ikke operativ lufttemperatur overstige 26 °C. På dager med høy utetemperatur er det vanskelig å unngå at innnetemperaturen overstiger de anbefalte verdiene. Dette bør derfor kunne aksepteres i varme sommerperioder med utelufttemperatur over den som overskrider med 50 timer i et normalår [20]. Dette gjelder spesielt i boligbygninger hvor brukeren har større påvirkning og mulighet til å tilpasse seg ved for eksempel lettere bekledning eller gjennomlufting.

Aktivitetsgruppe	Lett arbeid	Middels arbeid	Tungt arbeid
Temperatur [°C]	19-26	16-26	10-26

Tabell 3.5 Anbefalte verdier for operativ temperatur [20]

For å unngå overtemperatur kan følgende passive tiltak tas i bruk:

- Redusert vindusareal i solbelastede fasader
- Eksponert termisk masse
- Utvendig solskjerming
- Åpningsbare vinduer som gir mulighet for gjennomlufting
- Plassering av luftinntak/utforming av ventilasjonsanlegg slik at temperaturstigning i anlegget på grunn av høy utetemperatur blir minimal. (<2 °C)

Kravet til det termiske innklimaet i bolighus vil normalt være oppfylt dersom minst to av de passive tiltakene er gjennomført.

3.1.2 Atmosfærisk innklima

Atmosfærisk innklima omfatter luftens kjemiske og fysiske sammensetning. Luften vi puster inn består blant annet av oksygen (O₂), nitrogen (N), karbondioksid (CO₂), organiske stoffer, støv og partikler [21]. I tillegg vil luktstoffer og vanddamp ha innvirkning på hvordan luftkvaliteten vurderes. Atmosfærisk innklima sier noe om den fysiologiske og psykologiske innvirkningen ulike komponenter i luften har på mennesker [13]. Tilfredsstillende luftkvalitet er en forutsetning for å unngå negative helseeffekter og oppnå trivsel for de som oppholder seg i bygningen. Antall personer, møblering og type aktivitet avgjør hvor mye luften inne blir forurenset. Kjemikalier som emitteres fra byggematerialer, overflatebehandling, innredning, tekstiler etc. er viktige faktorer. En gruppe stoffer som er spesielt viktig i denne sammenheng er VOC – Volatile Organic Compounds [13]. Dette er lettflyktige organiske stoffer som finnes hundrevis av i inneluften. Kjemikalier og luktstoffer som avgis fra parfyme, kosmetikk og vaskemidler blir også tilført luften og kan føre til allergiske reaksjoner hos noen mennesker [13]. Vanddamp fra planter, mennesker og aktiviteter som koking, dusjing og vasking kan gi økt fuktighet i inneluften. I kombinasjon med uheldige byggetekniske løsninger kan dette føre til fuktskader som igjen fører til muggvekst i konstruksjonen [13].

Luftkvaliteten innendørs er også avhengig av kvaliteten på uteluften ettersom uteluft er vår eneste kilde til friskluft. Mengden og typen forurensning i uteluften varierer gjennom året og fra sted til sted. Høy forurensning fra industriprosesser og utslipp fra biltrafikk i uteluften, spesielt i større byer, kan

føre til dårligere innelima dersom den ikke renses og filtreres før den slippes inn i bygninger [13]. Ved fastsetting av grenseverdier for luftforurensing må man ta hensyn til konsentrasjon og eksponeringstid. I tillegg må man ta hensyn til forskjeller i menneskers toleransegrense eller følsomhet.

Måling av CO₂-konsentrasjon sier noe om hvor god luftkvaliteten er og om det er behov for bedre ventilasjon. Mennesker er den viktigste kilden til CO₂-belastning innendørs gjennom luften som pustes ut. Et voksent menneske skiller ut ca. 12 liter CO₂ i timen ved stillesittende arbeid [22]. Høye konsentrasjoner i et rom med mennesker forteller at luftskiftet er dårlig i forhold til belastningen. Folkehelseinstituttet satte normkravet for CO₂-innhold i luften til 1000 ppm i 2015, uendret fra normkravet gitt i 1998 [23]. Dersom konsentrasjonen overstiger dette kan det være et tegn på at ventilasjonsmengden bør økes. Grenseverdiene i henhold til NS-EN 15251 er angitt i Tabell 3.6 [24].

Klassifisering	Grenseverdi for CO ₂ (ppm)
Høy luftkvalitet	750
Medium luftkvalitet	900
Moderat luftkvalitet	1200
Lav luftkvalitet	>1200

Tabell 3.6 Klassifisering av CO₂-konsentrasjon [24]

3.2 Ventilasjon

Ventilasjon tilfører boligen frisk luft og fjerner inneluft som er forurenset av mennesker, dyr, materialer og virksomhet inne [25]. Et ventilasjonsanlegg har to hovedformål [26];

1. Sikre tilfredsstillende luftkvalitet for brukerne med hensyn til komfort og helse.
2. Begrense luftfuktigheten innendørs for å hindre kondens og fuktskader på innvendige overflater og i bygningskonstruksjonene.

Dersom ventileringen ikke er tilfredsstillende kan det føre til fuktskader, problemer med mugg og sopp, i tillegg til helsemessige plager for mennesker. Ventilasjon er derfor viktig både for beboernes helsetilstand og for å holde boligen i god stand. I nyere ventilasjonsanlegget kan også uteluften reguleres til ønsket temperatur innendørs i perioder med oppvarmingsbehov [26].

I henhold til krav i TEK 17 § 13-1 (1) skal bygninger ha ventilasjon som sikrer tilfredsstillende luftkvalitet ved at [20];

- a) Ventilasjonen er tilpasset rommenes utforming, forutsatte bruk, forurensning- og fuktbelastning.
- b) Luftkvaliteten i bygningen er tilfredsstillende med hensyn til lukt.
- c) Inneluften ikke inneholder forurensning i konsentrasjoner som kan gi helseskade eller irritasjon.

Ventilasjonsanlegget skal plasseres og utformes slik at tilluftskvaliteten sikres og ventilasjonen skal være tilpasset forurensningsbelastning fra personer. Som indikator for forurensningsbelastning fra personer benyttes ofte måling av karbondioksid (CO₂). Uteluft som ikke har tilfredsstillende kvalitet, skal renses før den tilføres bygninger og det vurderes hvor forurenset uteluften er ved luftinntakene.

Til ventilasjon i boligbygninger, § 13-2, stilles følgende krav [20];

- 1) Boenheter skal ha ventilasjon som sikrer en gjennomsnittlig frisklufttilførsel på minimum 1,2 m³ per time per m² gulvareal når boenheten er bebodd.
- 2) Soverom skal tilføres minimum 26 m³ friskluft per time per sengeplass når rommet er i bruk.
- 3) Rom som ikke er beregnet for varig opphold skal ha ventilasjon som sikrer minimum 0,7 m³ friskluft per time per m² gulvareal.
- 4) Kjøkken, toalett og våtrom skal ha avtrekk med tilfredsstillende effektivitet.

Boliger har lavere krav til ventilasjonsmengder enn andre bygningskategorier. Dette bygger på antagelsen om at boliger ventileres gjennom vinduer og dører, og at persontettheten ofte er relativt lav. Gjennomsnittlig frisklufttilførsel kan reduseres ved langvarig fravær. Det kreves at ventilasjonsmengdene til soverom kan behovsstyres. Avtrekk på kjøkken, toalett og våtrom skal fjerne forurensning og lukt fra inneluften. Forsert avtrekk fra kjøkken kan løses med avtrekk som utformes og plasseres slik at forurensning fra komfyr fanges opp på en effektiv måte, og forhindrer matlukt fra å spre seg i bygningen. Ugunstig utforming eller plassering av komfyr eller avtrekk vil medføre behov for økt avtrekksvolum [20].

Kravene til luftmengder kan lettest oppfylles med mekanisk ventilasjon. Balansert ventilasjon med varmegjenvinning vil være mest egnet for å tilfredsstillende energikrav og krav til termisk inn klima [20]. Vinduslufting er normalt å anse som en tilleggsventilasjon og derfor må ventilasjonsmengdene kunne oppnås med lukkede vinduer.

§ 13-2 stiller også krav om avtrekksvolum i bolig [20]. Disse er ivarettatt når avtrekksvolum er minimum som angitt i Tabell 3.7. Ved forsert ventilasjon må den tilførte luftmengden være lik avtrekksvolumet [20]. Grunnventilasjon er den ventilasjonen som boligen har hele døgnet. Forsert ventilasjon er det økte avtrekket som startes opp når det er behov, for eksempel avtrekksvifte etter at man har dusjet.

Rom	Grunnventilasjon	Forsert ventilasjon
Kjøkken	36 m ³ /h	108 m ³ /h
Bad	54 m ³ /h	108 m ³ /h
Toalett	36 m ³ /h	36 m ³ /h
Vaskerom	36 m ³ /h	72 m ³ /h

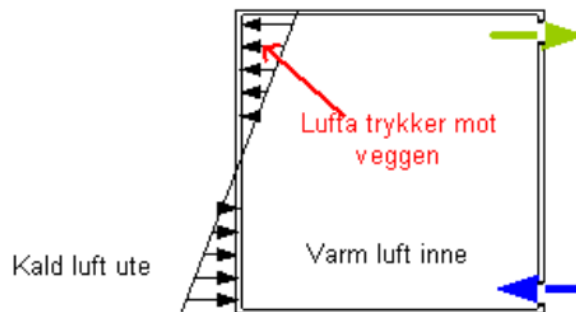
Tabell 3.7 Avtrekksvolum i bolig §13-2 [20]

3.2.1 Naturlig ventilasjon

Ved naturlig ventilasjon forårsakes luftskiftet i bygningen av naturlige drivkrefter som vind eller termisk oppdrift man får grunnet temperaturforskjellen inne og ute [27]. Naturlig ventilasjon baserer seg på at luft kommer inn gjennom små lokale luftinntak i yttervegg og åpne vinduer [28]. Virkningen av naturlig ventilasjon er avhengig av følgende faktorer:

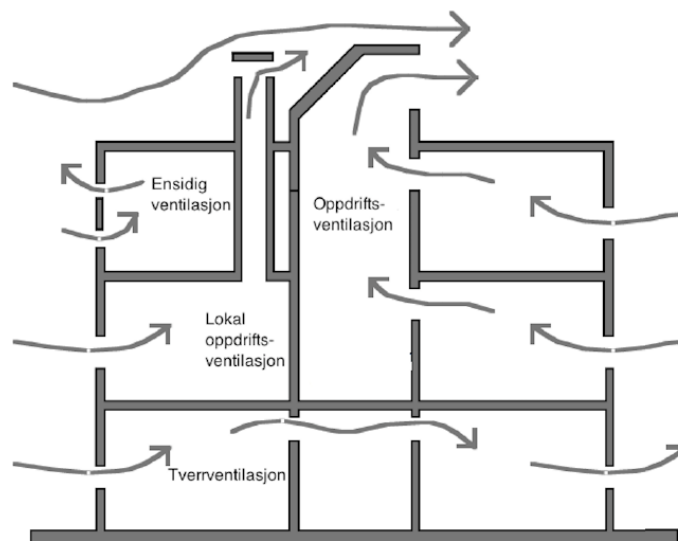
- 1) Værforhold som vindstyrke, vindretning, temperatur og relativ luftfuktighet.
- 2) Bygningens beliggenhet og orientering.
- 3) Bygningens geometri.
- 4) Bygningens termiske masse.
- 5) Ventilasjonsåpningens størrelse og plassering.

Vind er en av drivkreftene for naturlig ventilasjon. Når vind treffer bygningen skaper det positivt trykk på vindsiden (losiden) og negativt trykk på lesiden. Dermed strømmer luften inn i bygningen gjennom vindåpningen til lavtrykksåpningen på lesiden [29]. Vindtrykket på bygninger er trykkforskjellen mellom det totale trykket på punktet og det atmosfæriske statiske trykket. Oppdrift er den andre drivkraften for naturlig ventilasjon. Dette er forårsaket av at varm luft har lavere densitet enn kald luft. Dette skaper trykkforskjeller og gjør at den varme luften stiger, se Figur 3.5. Blå pil viser luft som går inn i bygningen, mens grønn pil viser hvor luften strømmer ut. Oppdriftseffekten vil øke med økt høydeforskjell og temperaturforskjell mellom inne og ute.



Figur 3.5 Oppdriftsventilasjon [28]

Figur 3.6 viser ulike ventilasjonsprinsipper for naturlig ventilasjon. Ensidig ventilasjon benyttes ved å ha en eller flere åpninger på samme vegg. Her er hoveddrivkraften termisk oppdrift, men også vind kan bidra til økt luftveksling. Luften strømmer inn den nederste åpningen og ut gjennom den øverste åpningen. Luftvekslingen avhenger av form og størrelse på åpningen. Ved tverrventilasjon eller kryssventilasjon er det åpning i to eller flere fasader. Tverrventilasjon drives hovedsakelig av vind. Oppdriftsventilasjon skapes ved å øke høydeforskjellen mellom inn- og utløpsåpninger slik at den termiske oppdriften øker. Oppdriftsventilasjon kalles ofte for skorsteinseffekt fordi det er tilsvarende det som skjer i en skorstein når vi fyrer [28].



Figur 3.6 Naturlig ventilasjonsprinsipper [30]

Fordeler med naturlig ventilasjon

Fordelen med naturlig ventilasjon er at det er rimelig å installere og krever lite vedlikehold [31]. I tillegg gir det lite eller ingen støy og krever ikke strøm. Dersom en bygning kan ventileres kun ved hjelp av naturlig ventilasjon vil det kunne være energibesparende. I tillegg er naturlig ventilasjon ofte brukerpåvirkelig ved at beboeren selv bestemmer når vinduer eller ventiler skal åpnes.

Utfordringer med naturlig ventilasjon

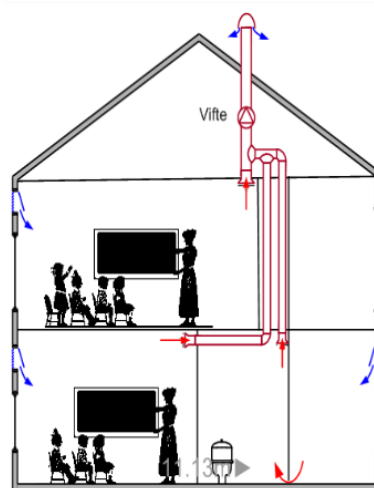
Utfordringen med naturlig ventilasjon er at det er svært avhengig av vær- og vindforhold. Dette gjør at bruken er uforutsigbar og luftskiftet varierer. Lite kontroll over luftmengdene kan føre til over- eller underventilasjon. I tillegg kan det oppstå trekkproblemer ved luftinntak og støy fra omgivelser utendørs [31]. Muligheter for å filtrere tilluften er begrenset og derfor bør muligheten for naturlig ventilasjon ses i sammenheng med kvaliteten på uteluften. Det kalde klimaet i Norge gjør at bruk av naturlig ventilasjon alene fører til store mengder energi for å varme opp tilluften [32]. Siden naturlig ventilasjon ikke har varmegjenvinning kan det også gi store varmetap. Dette kan kompenseres på andre måte med for eksempel god isolasjon og mindre vindusareal [31].

3.2.2 Mekanisk ventilasjon

Mekanisk avtrekksventilasjon

Ved mekanisk avtrekksventilasjon suges avtrekksluften ut av rommet ved hjelp av vifter, mens friskluft tilføres gjennom ventiler og utettheter i bygningskroppen [33]. Hoveddrivkraften er fra en eller flere avtrekksvifter.

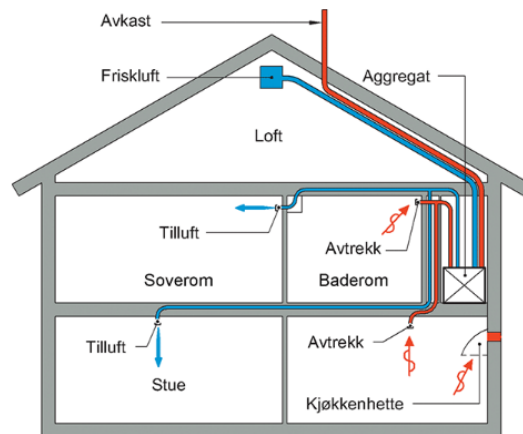
Ulempen med denne typen ventilasjon er at den kalde luften som slippes inn lett kan føre til trekk og temperaturen er vanskelig å regulere. I tillegg gir det liten mulighet for å gjenvinne varmen som kommer fra avtrekksluften [33]. Figur 3.7. viser mekanisk avtrekksventilasjon for en bolig.



Figur 3.7 Mekanisk avtrekksventilasjon i bolig [33]

Mekanisk balansert ventilasjon

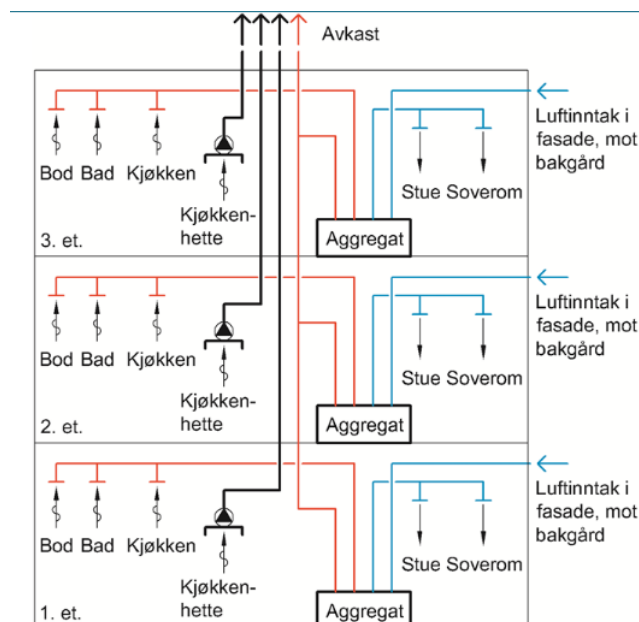
Mekanisk balansert ventilasjon tilfører og trekker ut ventilasjonsluft ved hjelp av vifter og kanaler slik at man får ønsket tilførsel og avtrekk i hvert rom [34]. Det vil ventileres omtrent like store mengder tilluft og avtrekksluft. Luften tilføres oppholdsrommene og går fra de minste forurensede rommene til de mest forurensede rommene (kjøkken og våtrom), hvor luften fjernes [34]. Figur 3.8 viser mekanisk balansert ventilasjon i småhus.



Figur 3.8 Mekanisk balansert ventilasjon i småhus [35]

Fordelen med mekanisk balansert ventilasjon sammenlignet med mekanisk avtrekksventilasjon er at det er mulighet for å varme opp luften før den tilføres boligen ved å gjenvinne varmen fra avtrekksluft til tilluft. I tillegg kan uteluften filtreres og man kan kontrollere luftmengden og luftfartsheten til de enkelte rom. Mellom rom med tilluft og rom med avtrekk må det være overstrømningsventiler eller andre åpninger [34].

Det er to prinsipper for mekanisk balansert ventilasjon i leiligheter. Individuelle anlegg og sentrale anlegg. Individuelle ventilasjonsanlegg vil si at hver leilighet har eget aggregat og systemet utføres i prinsippet på samme måte som ved småhus, se Figur 3.9. Ved sentrale anlegg er det ett felles aggregat som dekker flere leiligheter.



Figur 3.9 Leilighetsbygg med mekanisk balansert ventilasjon og individuelle ventilasjonsanlegg [34]

Fordeler

Fordelen med individuelle balanserte ventilasjonsanlegg er at det krever mindre sjaktareal hvis man får til et tilfredsstillende luftinntak i fasade [34]. Det er heller ikke behov for et plasskrevende felles teknisk rom i bygningen. Luftmengder er ikke påvirket av de øvrige leilighetene og det forårsaker ikke lukt- og lydoverføring fra en leilighet til en annen. I tillegg kan luftmengder og tilluftstemperatur reguleres individuelt av beboerne i leiligheten. Innregulering kan foretas for hver leilighet og føringsveier kan gjøre det enklere å tilfredsstillende brannkrav.

Utfordringer

Utfordringen med individuelle balanserte ventilasjonsanlegg er at det forutsetter riktig vedlikehold som krever innsats av beboerne ved for eksempel skifte av filter. Det er en utfordring å tilpasse systemet etter beboerkompetanse og det krever anlegg som er spesielt robuste og enkle å drifte og vedlikeholde [34]. I tillegg gir det lange kanalføringsveier for tilluft dersom man ikke får tilfredsstillende luftinntak i fasade. Dette gir økt fare for uønsket temperaturstigning, stort trykkfall (lavere luftmengde) og vanskelig tilgjengelig kanalnett for renhold. I tillegg kan aggregatet føre til støy og/eller vibrasjon i leiligheten. Individuelle anlegg krever plass til kanalføringen, aggregatet i leiligheten, og at dette er tilgjengelig for vedlikehold.

Undertrykk og overtrykk

Når mengden luft som trekkes ut av boligen er større enn den mengden som blåses inn gjennom ventilasjonsanlegget, oppstår det et undertrykk [36]. Ved undertrykk vil det bli hentet inn luft gjennom alle åpninger og sprekker i bygningen. Om vinteren er denne luften kald, og i tillegg kan støv trekkes inn sammen med luften.

Når mengden luft som trekkes ut av lokalene er mindre enn den mengden som blåses inn i lokalene gjennom ventilasjonsanlegget, får man et overtrykk [36]. Luften inne i bygningen vil da dyttes ut gjennom disse sprekke, og når vinduer/dører åpnes. Det er ønskelig å få et lite overtrykk, ikke et markant.

CAV og VAV

CAV (Constant Air Volume) er en type ventilasjonssystem som har konstant luftstrøm [37]. Slike systemer velges ofte i små bygninger fordi de er enkle, pålitelig og har lave kostnader.

VAV (Variable Air Volume) er et system med enkel form for behovsstyring og varierende luftstrømmer. Luftmengden tilpasses etter for eksempel temperatur eller luftkvalitet [37].

3.2.3 Hybrid ventilasjon

Ventilasjonsanlegg hvor både mekanisk og naturlig ventilasjon brukes bevisst, kalles hybrid ventilasjon. [32]. IEA Annex 35 definerer hybrid ventilasjon som «Et system som bruker både naturlige og mekaniske krefter for å minimere energibruken, men som allikevel opprettholder akseptabel luftkvalitet og termisk komfort» [32]. Målet er å utnytte de positive sidene ved begge systemene. Felles for hybride ventilasjonsløsninger er at bygningskroppen utformes slik at naturlige drivkrefter som oppdrift og vind kan utnyttes [38].

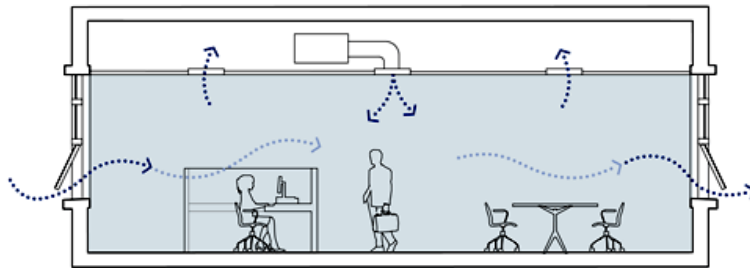
Det er hovedsakelig tre prinsipp for hybrid ventilasjon [39];

- 1) Mixed mode (naturlig og mekanisk ventilasjon)
- 2) Vifteassistert naturlig ventilasjon
- 3) Mekanisk ventilasjon med støtte fra naturlig ventilasjon

«Mixed-mode» ventilasjon

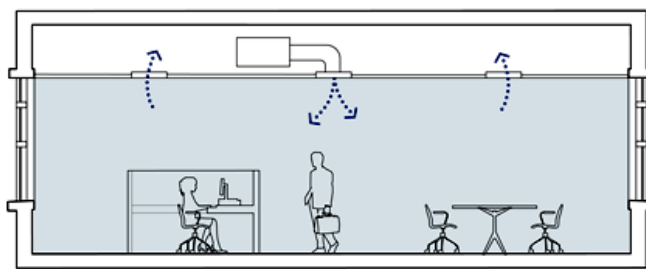
Ved «mixed mode» ventilasjon kan ulike kontrollstrategier brukes for å variere prinsippet mellom to ulike ventilasjonssystemer. Et velfungerende «mixed-mode» system omfatter gjennomtenkt fasadeutforming for å redusere kjølebelastningen [40]. Den tar i bruk mekanisk anlegg når det er nødvendig og bruker naturlig ventilasjon når det er mulig eller ønskelig for å unngå driftskostnadene og energibruket for et klimaanlegg hele året. De ulike kontrollstrategiene er; parallellsystem, omkoblingssystem og sonesystem.

Et parallellsystem er den vanligste designstrategien i praksis i dag. Her fungerer både det mekaniske systemet og de operable vinduene på samme plass til samme tid. Ventilasjonssystemet kan fungere som tillegg – eller bakgrunnsventilasjon og kjøling, mens beboerne kan åpne vinduer etter behov og individuelle preferanser. Et vanlig eksempel er en åpen planløsning med standard VAV-klimaanlegg og betjeningsvinduer hvor ventilasjonsmengden kan reduseres dersom et vindu er åpent [40]. Et parallellsystem er vist i Figur 3.10.



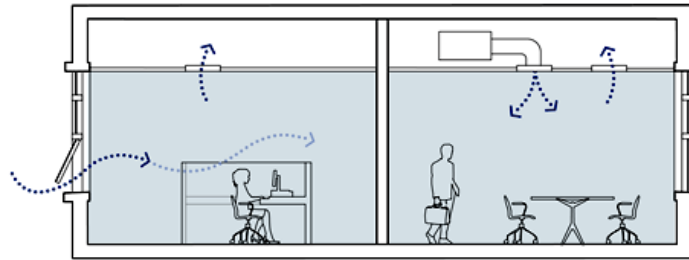
Figur 3.10 Parallellsystem [40]

I et omkoblingssystem kan bygningen bytte mellom mekanisk ventilasjon og naturlig ventilasjon, basert på sesong eller tid på døgnet. Designstrategien kan da bestemmes ut ifra parametere som utendørs temperatur, tilstedeværelse, åpne/lukkede vinduer eller CO₂-konsentrasjon [40]. Et omkoblingssystem er vist i Figur 3.11.



Figur 3.11 Omkoblingssystem [40]

I et sonesystem har bygningen forskjellige soner med ulike ventilasjonsstrategier. Man kan da benytte ulike ventilasjonssystemer i samme bygg på samme tid, uavhengig av hverandre. Typiske eksempler er naturlig ventilerte kontorer med operable vinduer og et mekanisk ventilasjonsanlegg til konferanserom [40]. For bygg med «mixed mode» ventilasjon kan driftsforholdene avvike fra det opprinnelige formålet, ved at for eksempel et bygg konstruert med omkoblingssystem i praksis virker med begge systemene samtidig. Figur 3.12. viser kontrollstrategi for sonesystem.



Figur 3.12 Sonesystem [40]

Fordeler med hybrid ventilasjon

Fordelen med hybrid ventilasjonssystem er at det reduserer behovet for elektrisk energi og mekanisk kjøling. Dette bidrar til å redusere bygningens totale energibehov. I tillegg er det enklere vedlikehold og renhold av komponenter og luftføringsystemer. Systemet gir lengre levetid enn konvensjonelle anlegg grunnet mer robuste systemer og gir redusert støy fra vifter, kanalsystem og tilluftsventiler [32]. Dersom brukerne selv kan påvirke systemet gir det også en økning i antall fornøyde brukere.

Utfordringer med hybrid ventilasjon

Samtidig medfører hybrid ventilasjon ofte høyere investeringskostnader og mer arbeid for rådgivende ingeniør og arkitekt grunnet lite kunnskap og erfaring på området. I tillegg er det fare for lave eller ustabile luftmengder og at luftstrømmene kan gå en annen vei enn det som var intensjonen ved for eksempel tilbakestrømming i avtrekk [32]. Systemet kan ha påvirkning på arkitektonisk utforming av bygget og brukeren må kjenne til hvordan ventilasjonssystemet skal styres for at det skal fungere optimalt.

3.3 Case-studie Vessøya

I 2009 ble to boliger bygget på Vessøya i Grimstad etter den tyske passivhusstandarden [41]. Den ene med mekanisk ventilasjon og den andre med naturlig ventilasjon. Målet var å sammenligne energibruk og inn klima i de to boligene. Prosjektet var et samarbeid mellom BGM arkitekter AS og Hemato Eiendom [41]. Husene er orientert likt, med lik størrelse, volum og planløsning. Det bor ett par i hvert hus, noe som gjør at det er tilnærmet lik bruk av energi og krav til inn klima. Bruttoareal er 157 m² og husene er tradisjonelle trehus. De to boligene har samme struktur og deler én vegg (rekkehus), se Figur 3.13.



Figur 3.13 Passivhus med mekanisk og naturlig ventilasjon på Vessøya. Foto: Bengt. G. Michaelsen

Huset til venstre på Figur 3.13 har standard balansert ventilasjon med varmegjenvinner, mens huset til høyre har naturlig ventilasjon. Prinsippet for den naturlige ventilasjonen er å hente forvarmet inntaksluft fra et drivhus via en kulvert i bakken. Løsningen har kanalanlegg med ventiler styrt av CO₂-nivå, og med klokkestyring slik at hovedsoverommet prioriteres på natten. På denne måten kan økt temperatur i inntaksluft oppnås om vinteren når drivhuset blir varmet opp av sollys. Om sommeren kan luften tas direkte fra uteluften og kjøles ned via kulverten.

En rapport skrevet av Jakub Rozumek i 2014 analyserer de to passivhusene med hensyn til energibruk og inneklime [42]. Etter at det ble observert ubehagelig inneklime ved kun naturlig ventilasjon ble det installert en vifte i 2013 for å skyve friskluften gjennom kulverten. Systemet ble derfor etter dette ansett som hybrid ventilasjon. Det ble funnet at hybrid ventilasjonen kunne følge ytelsen til den mekaniske ventilasjonen på luftkvalitet og viste godt potensiale for fremtidig bruk.

Samtidig viste det seg at målingene som ble utført var mangelfulle, noe som gjorde det vanskelig å dra en konklusjon. Rapporten indikerer likevel at energiforbruket til boligen med mekanisk ventilasjon er litt høyere enn ved hybrid ventilasjon (henholdsvis 107 kWh/m² for mekanisk og 100 kWh/m² for hybrid ventilasjon). Begge verdiene er høyere enn kravet for passivhusstandard som er 95 kWh/m².

3.4 Massivtre

Bruk av massive treelementer som bygningsformål har utgangspunkt i utviklingsarbeid ved de tekniske høyskolene i Zürich og Lausanne tidlig på 1990-tallet [43]. Det har lenge vært utbredt i Østerrike, Sveits og Tyskland, men ble brukt første gang i Norge i 1998 [43]. Massivtre kan brukes som bærende elementer i tak, vegger, etasjeskillere og andre konstruksjoner som balkonger og svalganger. Byggemetoden egner seg godt for småhus, fleretasjes boligblokker, skoler, næringsbygg m.m.

Massivtreelementer er lameller satt sammen ved bruk av lim, spiker, skruer, tredybler eller stålstag. Elementets tykkelse og antall sjikt er avhengig av funksjon og bruksområde, men er vanligvis mellom 60 mm og 240 mm tykk med 3 til 9 antall sjikt [44]. Det benyttes vanligvis trevirke av høy kvalitet for å oppnå ønskede spennvidder og tiltalende overflater. I tillegg til gran, kan det være yttersjikt av treslag som furu, osp, bjørk eller eik [44]. Massivtre kan deles inn i to hovedkategorier; kantstilte elementer og krysslagte elementer.

- Kantstilte elementer er satt sammen av stående lameller og forbindelsesmiddel er gjerne skruer, spiker, stålstag eller tredybler [44].
- Krysslagte elementer er satt sammen av lameller i forskjellige sjikt lagt, vanligvis lagt 90 eller 45 grader i forhold til hverandre. Elementene kan ha en lengde på opptil 14 m [44]. Forbindelsesmiddel i krysslagte elementer er ofte lim eller tredybler. Krysslagt massivtreelement er vist på Figur 3.14.



Figur 3.14 Krysslagt massivtreelement sammenføyd med lim [44]

Flere byggherrer og arkitekter velger massivtre for sine arkitektoniske, miljømessige og estetiske egenskaper for ulike typer bygg [44]. Fordelen med å bruke massivtreelementer er at det gir stor fleksibilitet ved planløsning, konstruksjon og formgivning. Materialet har høy styrke i forhold til vekt, god isolasjonsevne og er enkelt å kombinere med andre materialer. I tillegg er det lett å montere og bidrar dermed til kortere byggetid og bedre totaløkonomi. Massivtre har høy varmelagrings-evne og påvirkes saktere av utetemperaturen enn vanlige trehus [45]. Høy varmelagringskapasitet fører til jevnere døgntemperatur og gjør at materialet kan regulere temperaturen i takt med omgivelsene [45]. Tre som byggemateriale har positive miljøegenskaper med tanke på CO₂-utslipp, energibruk, innemiljø og ressursbruk [7]. Trevirke har evnen til å absorbere og avgi fuktighet og varme, noe som kan bidra positivt til inneklimaet. Det diskuteres også om trevirke kan bidra til jevnere CO₂-nivå og redusere svevestøv i inneluften [46]. For å best mulig dra nytte av treets egenskaper bør det brukes overflatebehandling som ikke tetter treets porer.

3.5 Energieffektivitet

Dagens energikrav har som formål å begrense forbruket av energi til oppvarming og samtidig sikre godt inneklima og en forsvarlig ressursbruk [13]. Det stilles krav i TEK17 til at materialer, produkter og bygningen generelt skal bidra til at det brukes minst mulig energi og skaper så lite forurensning som mulig i løpet av sin levetid. I tillegg viser krav til byggverk i TEK17 minimum av egenskaper et byggverk skal ha i henhold til regelverket [47]. Reglene bidrar til at bygninger som oppføres eller oppgraderes har lavt energibehov og miljøvennlig energiforsyning. Energikravene gjelder for bygningens oppvarmede bruksareal (BRA). Totalt netto energibehov skal ikke overstige 95 kWh/m² oppvarmet BRA per år for boligblokk. Dette er gitt under energirammer i TEK17 § 14-2 første ledd [47]. Netto energibehov er bygningens energibehov uten hensyn til virkningsgraden i energisystemet eller tap i energikjeden. Kravet til energieffektivitet som alternativ til første ledd, oppfylles ved å følge punktene 1-9 i Tabell 3.8. Energiltakene kan fravikes såfremt varmetapstallet ikke øker [47].

	Energiltak	Boligblokk
1)	U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	≤ 0,18
2)	U-verdi tak [W/(m ² K)]	≤ 0,13
3)	U-verdi gulv [W/(m ² K)]	≤ 0,10
4)	U-verdi vinduer og dører [W/(m ² K)]	≤ 0,8
5)	Andel vindus- og dørareal av oppvarmet BRA [%]	≤ 25 %
6)	Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg [%]	≥ 80 %
7)	Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP) [kW/(m ³ /s)]	≤ 1,5
8)	Luftlekkasjetall per time ved 50 Pa trykkforskjell (luftvekslinger per time)	≤ 0,6
9)	Normalisert kuldebroverdi, der m ² angis som oppvarmet BRA [W/(m ² K)]	≤ 0,07

Tabell 3.8 Energiltak TEK17 § 14-2 (2) [47]

SFP-verdien⁵ er en indikator på hvor godt ventilasjonsanlegget er designet og bygget. Verdien er forholdet mellom den elektriske effekten som er nødvendig for å drive viftene og luftmengden som forflyttes ved hjelp av disse viftene [34]. En lav SFP-verdi betyr at anlegget er energieffektivt. Minimumskravene til energieffektivitet sikrer en akseptabel kvalitet på bygningsdeler og på bygningskroppen. Minimumskravene til energieffektivitet er angitt i Tabell 3.9.

U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	U-verdi tak [W/(m ² K)]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m ² K)]	U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme [W/(m ² K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell
≤0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 1,5

Tabell 3.9 Minimumskrav til energieffektivitet [47]

⁵ SFP: Specific Fan Power (spesifikk vifteeffekt)

4 Forskerspørsmål

På bakgrunn av teori om temaet og kunnskap tilegnet gjennom studiet ellers ble følgende forskerspørsmål formulert:

Hvordan påvirkes det termiske og atmosfæriske miljøet (inneklima) og energibruk med hybrid ventilasjon sammenlignet med konvensjonell balansert ventilasjon i et nybygg i massivtre?

For å svare på dette, ble i tillegg følgende underspørsmål stilt;

1. *Hvordan kan massivtre gi en positiv effekt på termisk komfort, relativ fuktighet og luftkvalitet?*
2. *På hvilken måte påvirkes energibruken i et nybygg i massivtre ved å erstatte balansert ventilasjon med hybrid ventilasjon?*

Avgrensninger:

For å kunne undersøke dette ble det gjort følgende avgrensninger i oppgaven:

- Det er kun balansert ventilasjon som er gjort fysiske målinger på. Dette for å verifisere og sammenligne med resultatene fra simuleringen.
- Kun de termiske og atmosfæriske inneklimatektorene vurderes i denne oppgaven.
- «Mixed mode» hybrid ventilasjon er simulert.
- Det er kun simulert én type kontrollstrategi for «mixed mode» hybrid ventilasjon.
- Det er valgt å fokusere på én leilighet i målinger og simulering, ikke hele bygningen.
- Det er ikke utført en sammenligning mellom massivtre og et annet konstruksjonsmateriale.

5 Case

Case-studiet undersøkt i denne oppgaven er Skonnertveien Hageby i Grimstad. Skonnertveien Hageby byggetrinn 1 og 2 er en totalentreprise som består av 2 bygninger som henger sammen, med til sammen 35 leiligheter med størrelser fra 55 m² til 106 m². Prosjektet er et arbeidsfellesskap mellom entreprenørene Kaspar Strømme AS og Hemato AS. Arkitekt er BGM arkitekter AS og byggherre på prosjektet er Vesøygaten Utvikling AS. Byggeperioden pågikk fra august 2016 til oktober 2017 og de fleste beboerne flyttet inn i November/Desember 2017.

Ifølge prospektet har målet vært å skape koselige, solrike leiligheter rundt en stor hage, et steinkast fra Grimstad sentrum [48]. Bygningene skal være i fremtidsrettet standard hvor energibruk og inn klima står i høysetet. Figur 5.1 viser illustrasjonsbilde av Skonnertveien Hageby sett fra luften og Figur 5.2 viser bilder tatt av bygningen 8. mai 2018.



Figur 5.1 Skonnertveien Hageby, byggetrinn 1 og 2 markert med rød ring. Foto: BGM arkitekter AS.



Figur 5.2 Skonnertveien Hageby. Foto: Ingvild Haktorson

Bygningen består blant annet av massivtreelementer hvor flere innvendige veggoverflater er eksponert beiset massivtre. Se datablad for KLH massivtre i Vedlegg 12.4. Det er også noen innvendige overflater av jevnt sparklet gipsplater. Alle tak er nedforet for å gjøre plass til tekniske anlegg. I tillegg har alle leilighetene vannbåren gulvvarme.

Denne oppgaven tar for seg leilighet nr. 113 i bygget, se rød markering i Figur 5.3. Dette er en hjørneleilighet med et oppvarmet bruksareal på 106 m² som er lokalisert i 1. etasje.



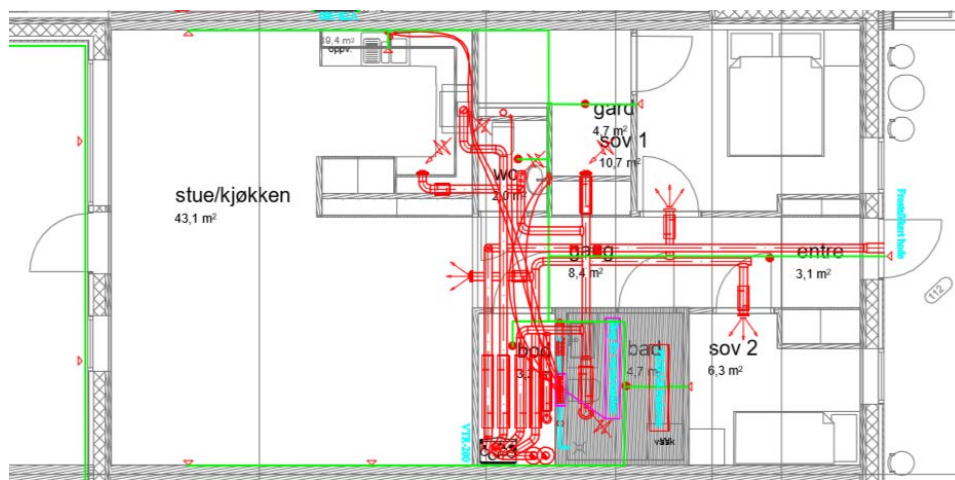
Figur 5.3 Etasjeplan for 1. etasje. Leilighet nr. 113 markert i rød firkant. Tegning fra BGM arkitekter

Leiligheten består av 2 soverom, toalett, bad, bod, gang og åpen løsning for stue/kjøkken. I tillegg er det balkong tilknyttet hovedsoverrommet og utgang til terrasse fra stue/kjøkken. Planløsning for leiligheten er vist i Figur 5.4. Passive tiltak som balkong, svalgang og fasadefremspring for solskjerming er tatt i bruk for å forhindre overtemperatur.



Figur 5.4 Planløsning leilighet nr. 113. Tegning fra BGM arkitekter

Prinsippet for ventilasjon av bygningen er balansert ventilasjon, med tilluftsventiler i sove – og oppholdsrom og avtrekksventiler på kjøkken, bad og bod. Leilighetene har individuelle ventilasjonsanlegg, det vil si at hver leilighet har et aggregat plassert i bod. Dette gjør at hver enkelt leilighet kan stille inn ventilasjonshastigheten og temperaturen etter eget behov. Ventilasjonsaggregatet i bod er utstyrt med roterende varmegjenvinner, elektrisk varmebatteri, vifte for tilluft og avtrekk, filter på luftinntak og avtrekk, samt automatikk for styring av temperatur og luftmengder. Når kjøkkenavtrekket er i bruk, kompenserer aggregatet automatisk for dette, slik at den balanserte ventilasjonen opprettholdes. Det er også koblet via en «bypass» slik at matos og lukt ikke blir tilbakeført via ventilasjonsanleggets tilluft. Varmen fra avtrekksluften gjenvinnes ved hjelp av en roterende varmegjenvinner og ved ytterlige varmebehov brukes elektrisk varme via aggregatets varmebatteri. Det går fint å lufte med vindu og dør selv om aggregatet går. Figur 5.5 viser oppsett for ventilasjonssystem i en typisk leilighet i Skonnertveien Hageby.



Figur 5.5 Ventilasjonsanlegg i Skonnertveien Hageby. Tegning fra BGM arkitekter

6 Metode

6.1 Fremgangsmåte

For å svare på problemstillingen var det viktig å få en bredere faglig forståelse for temaene som blir gjennomgått. Litteraturstudie ble brukt til å finne relevante fagartikler og danne et teoretisk grunnlag om inneklimate, ventilasjon og energibruk. I tillegg ble det tidlig bestemt at simuleringsprogrammet IDA Indoor Climate and Energy (IDA ICE) skulle være en sentral del av oppgaven. Dette programmet gir detaljerte data på inneklimate og energibruk, i tillegg til at det er et nyttig verktøy å kunne ta med seg i arbeidslivet. To kurs i IDA ICE ble gjennomført i Stockholm 4.-6. februar for å øke kunnskapen om programmet. Først et grunnleggende kurs over en dag og deretter et videregående kurs over to dager. I tillegg ble det utført målinger av inneklimate i en leilighet i Skonnertveien Hageby og gitt ut en spørreundersøkelse til beboerne for å se sammenheng mellom målbare tester og opplevd komfort.

6.2 Simuleringer i IDA ICE

IDA Indoor Climate and Energy (IDA ICE) er en type simuleringsverktøy som modellerer bygningen, systemene og kontrollørene for å sikre lavest mulig energiforbruk og best mulig komfort [49]. Det utfører helårs detaljert og dynamisk multisonesimuleringer for studier av termisk inneklimate, samt energiforbruk i hele bygningen. Programmet er utviklet av EQUA Simulation AB i Sverige. IDA ICE bruker ligningsbasert modellering, ved hjelp av Modelica- lignende nøytral modellformat (NMF), som gjør det enkelt å utvide programvaren med nye modelleringsfunksjoner. Hver underliggende ligning kan leses, og hver variabel kan logges. Dette gjør at tusenvis av temperaturer, CO₂-nivå, styresignaler og andre variabler kan inspiseres av brukeren. 2D eller 3D CAD-filer kan importeres og programmet støtter IFC-modeller generert av f.eks ArchiCAD, Revit og AutoCAD. Dette gjør det mulig å lage en detaljert modell av bygningen, der man tar hensyn til geometrien av bygget i større grad enn det som er mulig i lignende simuleringsverktøy.

6.2.1 Prøvesimulering

For å lære programmet og verifisere om simuleringen ga rimelige resultater ble det utført en test med en leilighet som én sone. Dette ble gjort for å sammenligne med energiberegningen fra Simien som ble utført av BGM arkitekter AS 27.01.2017.

Leilighet nummer 203 ble valgt og inndata i IDA ICE er basert på dokumentasjon av sentrale inndata fra Simien. Lokalt klima i Simien er basert på værdata fra Torungen, Arendal mens værdata brukt i IDA ICE er Kjevik, Kristiansand. Ved normalisert klima i Simien for evaluering mot byggeforskrifter er det værdata fra Oslo som blir brukt. Resultatene fra prøvesimulering sammenlignet med Simien-beregning er vist i Tabell 6.1.

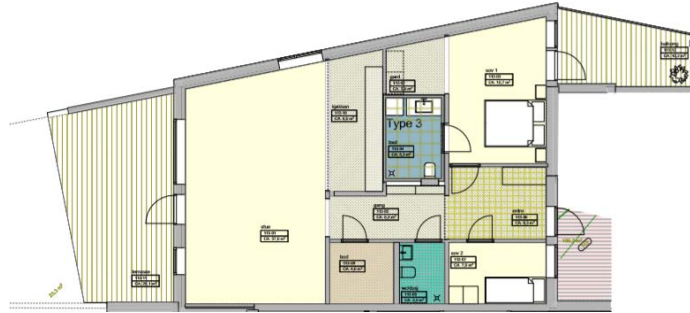
	Totalt levert energi [kWh/m ²]	Totalt energibruk [kWh]
Simien – Normalisert klima	70	5258
Simien – Lokalt klima	65	5258
IDA ICE 4.8	70,7	5401

Tabell 6.1 Prøvesimulering fra IDA ICE sammenlignet med Simien-beregning

Simuleringen fra IDA ICE 4.8 var nesten samstemte med tallene oppgitt fra Simien-beregningene. Spesielt ved normalisert klima er det liten forskjell på totalt levert energi for de to beregningsmodellene. Dette ga et godt utgangspunkt for videre simulering hvor leiligheten er delt inn i flere soner. Se Vedlegg 12.8 for energirapporter fra IDA ICE og Simien.

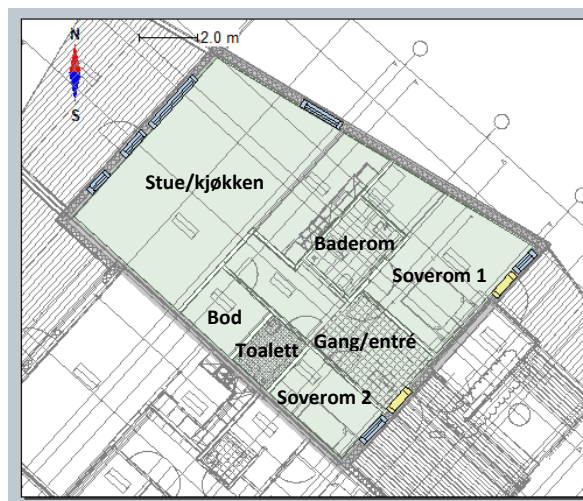
6.2.2 Simuleringsmodell for leilighet 113

Velvillighet fra beboerne til å gjøre målinger gjorde at denne leiligheten ble valgt. Dette er en hjørneleilighet med et oppvarmet bruksareal på 106 m² som er lokalisert i 1. etasje, se planløsning på Figur 6.1.



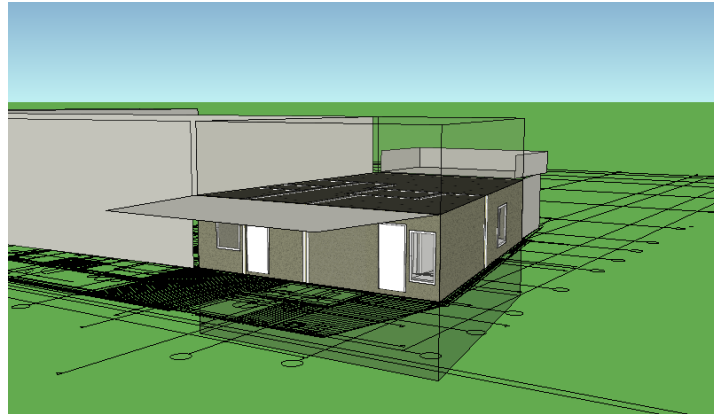
Figur 6.1 Planløsning for leilighet nr. 113. Tegning fra BGM arkitekter.

Simulering av leilighet nr. 113 i IDA ICE er basert på inndata fra Simien-beregning som ble utført 24.11.2017. En dwg-fil av bygningens planløsning ble importert som underlag i IDA ICE. Deretter ble bygningskroppen definert som ytterveggene. Veggene mot sideliggende leilighet ble også angitt som en yttervegg. Rommene i leiligheten ble inndelt i soner, hvor kjøkken/stue ble definert som én sone. Inndelingen førte til syv ulike soner som vist på Figur 6.2.

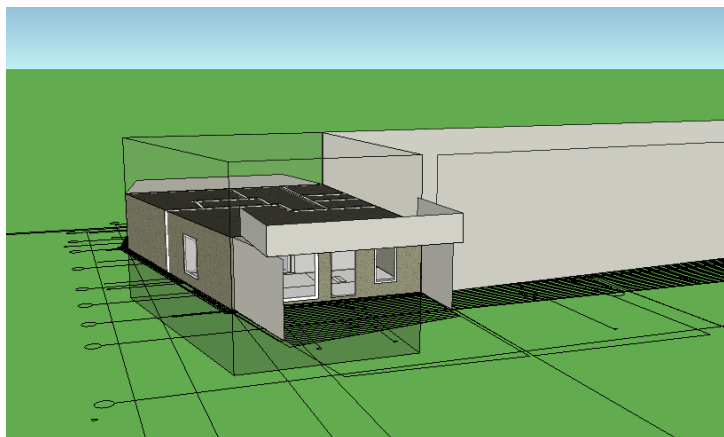


Figur 6.2 Soneinndeling for leilighet 113 i IDA ICE

Figur 6.3 og 6.4 viser en forenklet modell av leiligheten laget i IDA ICE. Et horisontalt skyggende objekt er plassert på sør-øst fasade hvor det er svalgang. På nord-vest fasade fungerer balkong og fasadeutspring som solskjerming. I tillegg er resterende del av bygningen lagt inn som skyggende objekt på sør-vest fasade. Glassdøren ut til veranda fra stuen er simulert som vindu i programmet.



Figur 6.3 3D-modell av leiligheten fra IDA ICE, sør-øst fasade



Figur 6.4 3D-modell fra IDA ICE, nord-vest fasade

6.2.3 Inndata til IDA ICE

Materialer

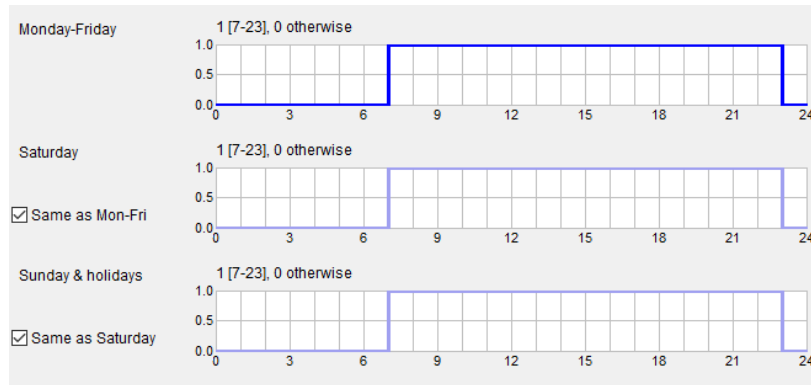
Materialene brukt i IDA ICE er som angitt i Tabell 6.2.

Konstruksjon	Materialer	U-verdi [W/m ² K]
Yttervegg	Massivtre – Diffusjonsåpen vindtetting – Rockwool Flex – Luftsjikt/lekt - Kledning	0,16
Gulv	Parkett – Påstøp – Isolasjon EPS – Betongdekke	0,14
Vindu	3-lags vinduer	1,2

Tabell 6.2 Materialer og U-verdi

Interne laster og driftstid

Driftstid for utstyr og belysning er satt til 16 timer (fra kl. 07.00 til 23.00), se Figur 6.5. Varmetilskuddet for utstyr er 1.8 W/m² og varmetilskuddet fra belysning er 1.95 W/m². Personbelastning er satt til 24 timer. Aktivitetsnivå på personer er satt til 1,2 met som tilsvarer stillesittende aktivitet. Bekledning er som «default» i programmet 0,85 +/- 0,25 clo. Det er plassert 2 personer i leiligheten, 1 person på soverommet og 1 person i stue/kjøkkenen.



Figur 6.5 Driftstid for utstyr og belysning i IDA ICE

Øvrige inndata i IDA ICE

Øvrige inndata i IDA ICE er som angitt i Tabell 6.3. Effektfaktor/systemvirkningsgrad for kjøling er standardverdi fra Simien-beregning, men vil ikke ha noe påvirkning på energibruk siden kjølespolen er satt til 0.

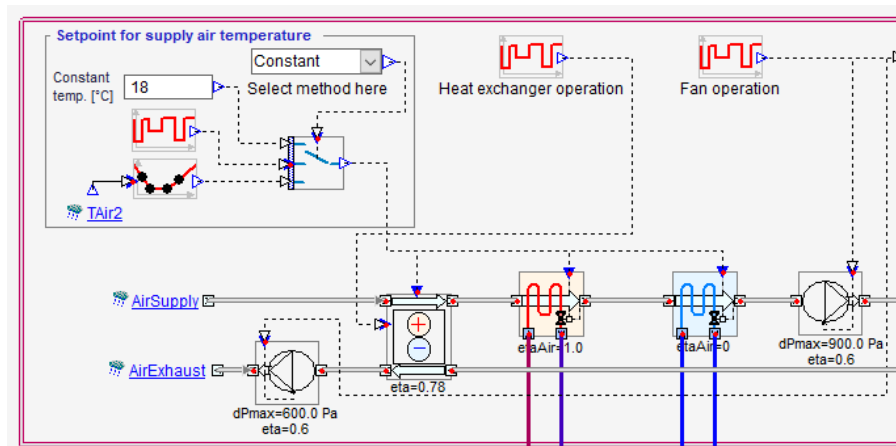
Parameter	Verdi
Lekkasjetall (n50)	0,80 1/h
Normalisert kuldebroverdi	0,06 W/m ² K
Effektfaktor/systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg	2,52
Effektfaktor/systemvirkningsgrad kjøling	2,50
Solfaktor (g-verdi) for vindu og solskjerming	0,55
Gjennomsnittlig karmfaktor	0,20

Tabell 6.3 Øvrige inndata i IDA ICE

Videre ble vindtrykkkoeffisientene fylt ut automatisk i programmet etter hvor eksponert bygget er. Det ble valgt «Semi-exposed». Dette er basert på at bygget ligger nærme sjøen, men lavt i terrenget og med noen omkringliggende bygninger. Vindprofilen i programmet er satt til «default urban». IDA ICA har isolasjon i grunn som «default», dette ble erstattet med kun jord på 1,0 meter. Mer detaljert inndata i IDA ICE er vist i Vedlegg 12.9.

6.2.4 Ventilasjonssystem for balansert ventilasjon

Et standard luftaggregat fra IDA ICE ble brukt som luftbehandlingssystem for balansert ventilasjon. Luftbehandlingssystemet består av følgende komponenter, som vist i Figur 6.6; avtrekksvifte, tilluftsvifte, varmeveksler, varmespole og kjølespole. Enheten gir temperaturkontrollert luft ved et gitt trykk. Systemet har CAV (Constant Air Volume). Da dette er et balansert ventilasjonssystemet, ble det satt ventilasjonsmengde i sonene slik at det totale avtrekket var likt som den totale tilluften i leiligheten. Disse ble hentet fra «Innreguleringsprotokoll leilighet 113», angitt i m³/h, se Vedlegg 12.7. Settpunkttemperaturene er som angitt i Simien; 20,3°C for romoppvarming og 22°C for romkjøling.



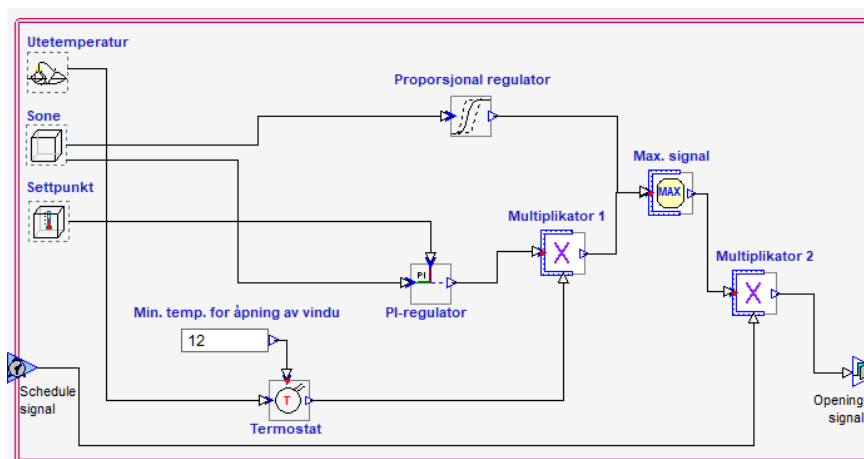
Figur 6.6 Standard luftaggregat for balansert ventilasjon i IDA ICE

Det er vanlig å ha tilluftstemperatur på henholdsvis 16°C om sommeren og 18°C om vinteren. Ettersom det er forholdsvis kaldt mesteparten av året i Norge, ble det bestemt en konstant tilluftstemperatur på 18°C. Temperaturøkning over viften er satt som «default» i programmet til 1,0 °C. SFP (Specific Fan Power) er oppgitt til 2,5 kW/m³/s i Simien-beregningen. Denne fordeles mellom de to viftene, hvor viften på tilluft er satt til 1,5 kW/m³/s og viften ved avtrekk er satt til 1,0 kW/m³/s. Den roterende varmeveksleren/varmegjenvinneren har en temperaturvirkningsgrad på 0,78 = 78 %. Minste avkasttemperatur er automatisk 1,0 i IDA ICE for å unngå frost på ikke-roterende varmegjenvinnere. Siden dette er en roterende varmegjenvinner kan temperaturen settes lavere, i dette tilfellet er den satt til -10 °C. Dette er basert på standard-verdier for minste avkast-temperatur i NS3031:2014 [50].

Det brukes ikke energi for kjøling i bygningen og kjølespolen er derfor satt til 0 (slått av.) Varmespolen er satt til 1,0 (påslått).

6.2.5 Kontrollstrategi for hybrid ventilasjon

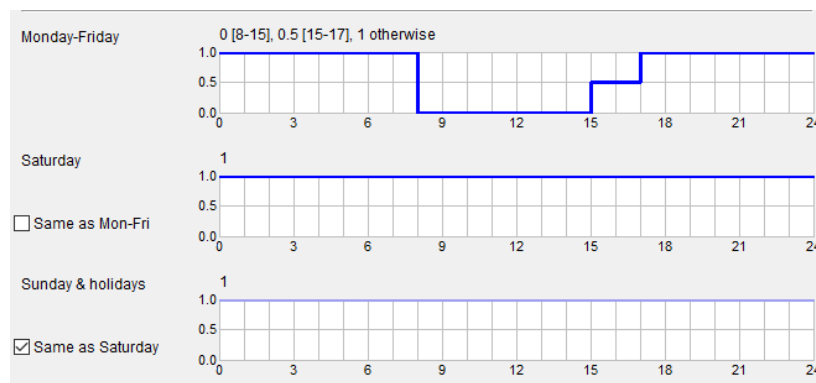
Oppsettet for ventilasjonssystemet på hybrid ventilasjon er basert på en tidligere masteroppgave ved NTNU [51]. Her brukes «mixed-mode» hybrid ventilasjon med fortrinnsvis et omkoblingsystem som bytter mellom mekanisk ventilasjon og naturlig ventilasjon. I praksis virker begge systemene samtidig ved at det er en minimumsventilasjon i avtrekket. Det benyttes en kontrollstrategi hvor åpning av vinduer styres etter CO₂-innhold og temperatur i sonen, i tillegg til utetemperatur. Kontrollstrategi for åpning av vinduer er vist i Figur 6.7.



Figur 6.7. Kontrollstrategi for åpning av vinduer i IDA ICE

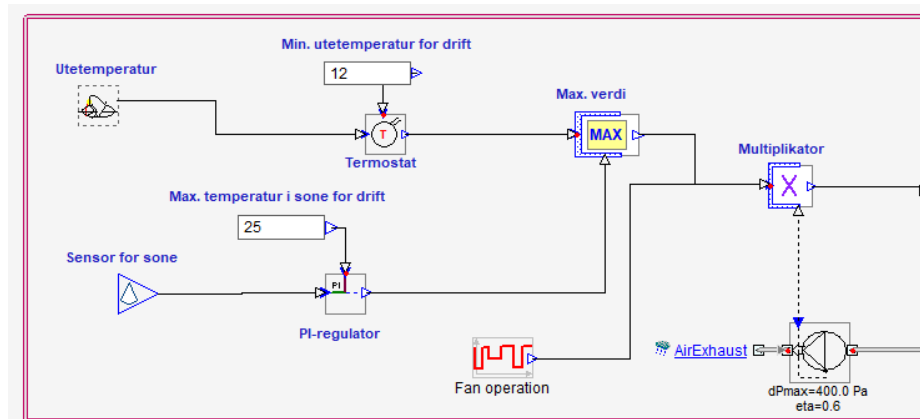
Temperaturen i kontrollsystemet måles mot et settpunkt for sonen gjennom en PI-regulator. Ved målte verdier over settpunktet sender PI-regulatoren et åpningssignal til Multiplikator 1. En multiplikator forårsaker at sammenkoblede systemer beveger seg i respons. Termostaten sender også et åpningssignal til samme multiplikator basert på målt utetemperatur. Dersom utetemperaturen er under 12°C, vil termostaten hindre vinduet i å åpne. Denne settpunkttemperaturen er satt for å forhindre at det blir for kaldt inne og at det oppstår trekk. Multiplikator 1 vil så multiplisere signalene fra utetemperaturen og lufttemperaturen i sonen. Signalet fra termostaten er 1 ved utetemperatur over 12°C og 0 ved utetemperatur under 12°C. I tillegg måles CO₂-nivået i sonen og reguleres etter settpunktet stilt inn i proporsjonal regulatoren. Settpunktet for CO₂ er satt til 1000 ppm, det vil si at dersom det registreres verdier over 1000 ppm vil vinduet åpnes. Signalet fra Multiplikator 1 og CO₂-styringen sendes videre til en kobling som velger den høyeste verdien (Maksimumsignal). Dersom det oppstår høye temperaturer i sonen og krav til utetemperatur er oppfylt, vil maksimumsignalet sørge for at temperaturstyringen blir den dominerende faktoren for åpning av vinduet. Hvis ikke, vil den regulere på bakgrunn av CO₂. Signalet sendes så videre til Multiplikator 2, som er koblet mot tidsstyringen. Signalet fra tidsstyringen er enten på eller av, avhengig av satt driftstid for vinduet. Multiplikator gir et åpningssignal til vinduet avhengig av tidsstyring og maksimumsignal.

For å forhindre at vinduene er åpen mer enn nødvendig på grunn av beboernes tilstedeværelse på 24 timer, ble personbelastningen endret til «house living» i IDA ICE, se Figur 6.8. Dette innebærer at det i hverdagen er null personbelastning mellom 09:00 og 15:00 og halv personbelastning mellom 15:00 og 17:00.



Figur 6.8. Personbelastning for "mixed mode" hybrid ventilasjon

Simuleringsmodellen for hybrid ventilasjon har også en kontrollstrategi for avtrekksystem som vist i Figur 6.9.



Figur 6.9. Kontrollstrategi for avtrekk i IDA ICE

I dette systemet styres avtrekket etter minimum utetemperatur og temperatur i sone. Temperaturen måles mot et settpunkt gjennom en PI-regulator, angitt til 25°C. Dersom temperaturen i sone overstiger 25°C vil luftmengden i avtrekket øke opp mot maksimum 4 l/s per m² for å fjerne overskuddsvarme. Avtrekket styres også etter min. utetemperatur angitt til 12°C. Dersom uteluften er under 12°C vil luftmengden i avtrekket reduseres betraktelig for å unngå store varmetap og redusere energiforbruket. Driftstiden på ventilasjonsanlegget er satt til «house living» og luftmengdene varierer etter temperatur i sone og utetemperatur. SFP (Specific Fan Power) for avtrekksviften er satt til 1,0 kW/m³/s, samme verdi som for balansert ventilasjon. Det er brukt VAV (Variable Air Volume) med temperaturkontroll og settpunktene er vist i Tabell 6.3.

	Min.	Max.
Temperatur (°C)	21	25
Luftmengde tilluft (l/s*m ²)	0	0
Luftmengde avtrekk (l/s*m ²)	0,3	4

Tabell 6.3 Settpunkt for VAV-system

6.2.6 Feilkilder simulering i IDA ICE

IDA ICE gjør automatisk energisimulering istedenfor klimasimulering grunnet ikke-rektangulære soner. En klimasimulering ville trolig gitt mer presise verdier for operativ temperatur, PPD og PMV.

Romvolumet i IDA ICE er lavere enn den vist i Simien-beregning for samme leilighet. Dette er fordi innerveggene ikke er inkludert i soneinndeling. Dersom hele leiligheten regnes som én sone blir BRA og romvolum den samme i IDA ICE som i Simien-beregningen. I simulering er likevel innerveggene inkludert og dette vil derfor ha lite påvirkning på resultatene.

Ved simulering av hybrid ventilasjon tar ikke kontrollstrategien for åpning av vinduer hensyn til vindforhold, værtype eller relativ luftfuktighet ute. I realiteten kan disse faktorene være viktig for å avgjøre om vinduene kan åpnes eller ikke.

Med oppgitte materialer og dens egenskaper blir ikke U-verdien den samme som angitt. På vegg måtte isolasjonstykkelsen reduseres fra 200mm til 155 mm for å oppnå en U-verdi på 0,16 W/m²K. På gulv ble isolasjonstykkelsen endret fra 250 mm til 340 mm for å få U-verdi 0,14 W/m²K.

«Model envelope area» er høyere for balansert ventilasjon enn hybrid ventilasjon. Årsaken er at det ble regnet med en ekstra etasje når bygningskroppen ble lagt inn. Dette har noe påvirkning på «Average U-value» og «Window/Envelope», men arealet og volumet på leiligheten er det samme. Det gir også lite utslag på energibruk. Korrekte verdier er angitt i energirapporten for hybrid ventilasjon, hvor «window/envelope» er 13,4 %, se Vedlegg 12.8. I Simien-beregningen er den noe høyere (17,5 %) fordi dører også er regnet med.

Videre er det tatt forbehold om feil i inndata grunnet utilstrekkelig kunnskap om enkelte parametere i programmet.

6.3 Målinger i leilighet

Dette delkapittelet beskriver planlegging og utførelse av målinger i en leilighet i Skonnertveien Hageby. En forklaring av måleutstyret som er brukt og plasseringen av disse er også inkludert. Resultater og diskusjon av disse resultatene er vist i kapittel 7 og 8.

6.3.1 Planlegging og utførelse

Det ble i samarbeid med Bengt G. Michaelsen gjort en avtale med beboere i leilighet nr. 113 om at det kunne utføres målinger. Videre ble det avtalt et møte med beboerne for å informere om prosjektet og planlegge hvordan målingen skulle utføres. Målinger startet mandag 09.04.18 og pågikk i 3 uker frem til 30.04.18. Under måleperioden skulle beboerne leve som normalt og regulere ventilasjonen selv etter behov. I Leiligheten bor det 2 personer, en mann og en kvinne, i tillegg til en katt.

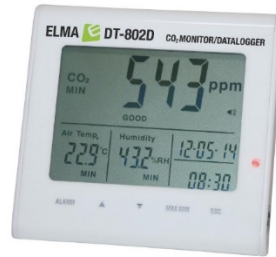
Det ble brukt værdata fra yr.no under måleperioden for å se målingene i leiligheten i sammenheng med værforholdene ute. Temperatur og RF hver time ble tatt fra målt data ved Landvik målestasjon i Grimstad, 6 moh. I tillegg ble vindforhold (hastighet og retning), værtype, luftfuktighet, duggpunkt og trykk registrert hver dag kl. 14.

6.3.2 Måleutstyr og plassering

Beskrivelse av måleutstyret som er brukt, hvordan målingene er gjort og oppsettet i leiligheten er forklart og vist her.

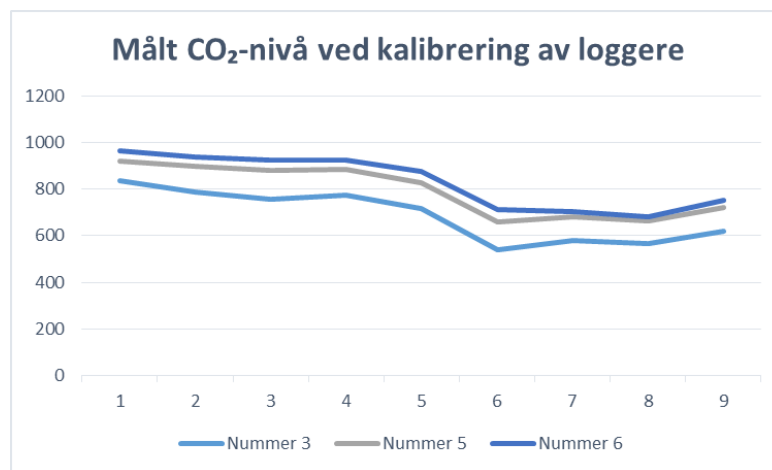
CO₂-logger

For måling av inneklimate over perioden ble instrumentet Elma DT-802D CO₂ monitor/datalogger brukt, se Figur 6.10. Elma DT-802D kan plasseres hvor som helst for å måle lufttemperatur, relativ luftfuktighet (RF) og karbondioksid (CO₂). Alle disse parameterne kan logges med faste intervaller og eksporteres til en PC. Innstillinger for intervaller og avlesing av data gjøres i «Multiple Datalogger». Instrumentet kan måle CO₂ fra 0 til 9999ppm (parts-per-million) med nøyaktigheten på +/- 75 ppm og +/- 5% på avlesning. Temperatur måles fra -5 til 50°C med nøyaktighet på +/- 1°C. RF måles fra 0,1% til 90% med nøyaktighet på +/- 5%. Den evaluerer også den generelle statusen for miljøet og viser om luftkvaliteten er god (0-800 ppm), normal (800-1200 ppm) eller dårlig (>1200 ppm). Instrumentet kan brukes ved forhold fra -5 til 50°C og ved relativ luftfuktighet lavere enn 90 % (ingen kondens).



Figur 6.10. Elma DT-802D CO₂ monitor/datalogger

Det ble utført en kalibrering av Elma CO₂-loggerne for å sammenligne verdiene på loggingen. De tre loggerne ble plassert ved siden av hverandre med ca. 10 cm mellomrom 1 m over gulvet. Målingene ble registrert hvert 15. min i to timer. Testen av monitorene viser at logger nummer 3 måler lavere verdier for CO₂, enn logger nummer 5 og 6, se Figur 6.11.



Figur 6.11. Resultat fra kalibrering av CO₂-loggerne

Verdiene for dette instrumentet er under den oppgitte nøyaktigheten på +/- 75 ppm, noe som vil bli tatt hensyn til i analysen av målt data. For temperatur og relativ luftfuktigheten er målingene av de tre instrumentene innfor nøyaktigheten oppgitt av leverandør.

Loggerne ble plassert på veggen med tavlestifter for å unngå å lage varige merker i veggene. De ble hengt 1,20 meter over gulvet og de var koblet til strøm under hele måleperioden for å forhindre at data gikk tapt. Det ble også tatt hensyn til at måleren ikke skulle bli utsatt for direkte sollys og at gjenstander ikke skulle bli plassert foran dem. Alle rommene som er målt har mulighet for solskjerming ved hjelp av plisségardiner. Måleintervallet ble satt til en gang i timen og data fra loggingen ble hentet ut mandag hver uke. Dette ble gjort ved å koble måleren til en PC via en USB-kabel, som vist på Figur 6.12.



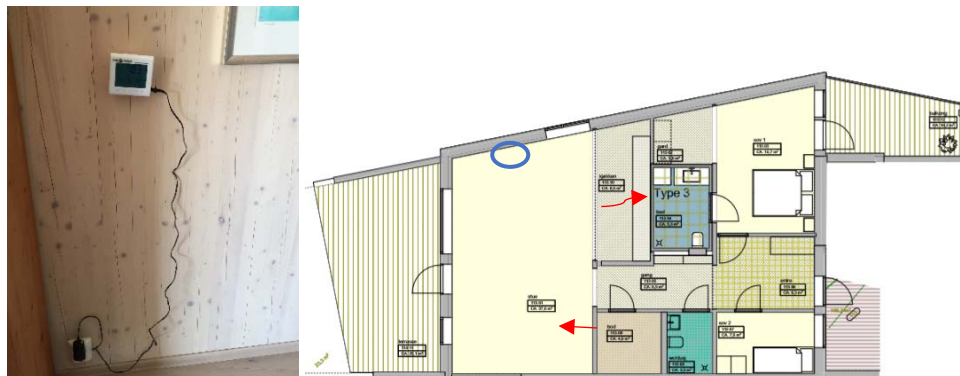
Figur 6.12. Uthenting av data fra loggeren til Multiple Datalogger

Måler nr. 3 ble plassert på soverommet som vist i Figur 6.13. Til soverommet er det tilknyttet et bad med dusj og vaskemaskin. Det er også utgang til en balkong fra soverommet. Tilluft på soverommet er vist med rød pil og plassering av måler er vist med blå sirkel.



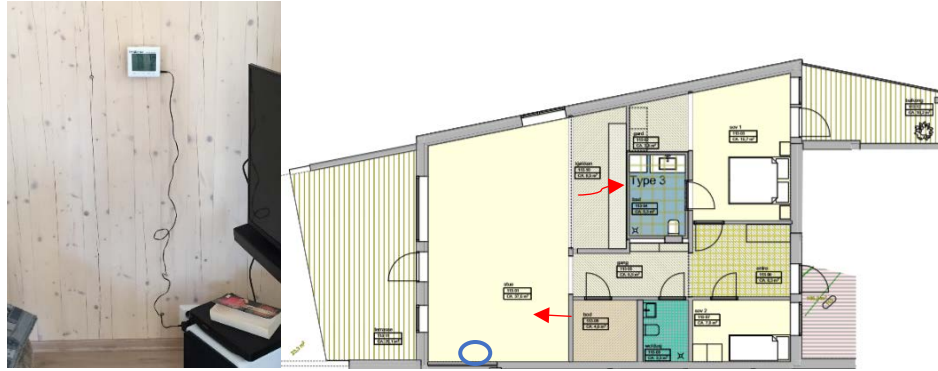
Figur 6.13. Oppsett for måling på soverom

For målinger i stue/kjøkken, ble det plassert en logger på hver side av rommet. Vegg som er vendt mot nord-øst befinner seg nærme kjøkken og avtrekksvifte og vil kunne bli påvirket av dette. Oppsett for logger nr. 5 i stue/kjøkken er vist i Figur 6.14 med blå ring. Figuren viser også tilluft og avtrekk markert med røde piler.



Figur 6.14. Oppsett for måling i stue/kjøkken. Måler plassert på vegg vendt mot nord-øst.

Logger plassert i stue på vegg vendt mot sør-vest befinner seg nærme tilluftsventilen. Figur 6.15. viser plassering av logger nr. 6 i stue.



Figur 6.15. Oppsett for måling i stue. Måler plassert på vegg vendt mot sør-vest.

IR-termometer

Måling av overflatetemperatur ble gjort med et Raytek Raynger ST80-IS, som vist på Figur 6.16. IR-termometeret bruker infrarødt lys til å måle overflatetemperaturen på et objekt eller materiale. Enhetens optikk føler emittert, reflektert, og utsendt energi, som er samlet og fokusert på en detektor. Enhetens elektronikk overfører informasjon til en temperaturmåling som vises på enheten. Laseren brukes kun til sikting. Ettersom avstanden til objektet økes, blir det målte området større. Forholdet mellom avstand og måleområdet er 50:1 og med en avstand på 1,5m blir diameter på det målte området 42 mm. IR-termometeret måler temperaturer fra -32°C til 260°C og har en responstid på 500 ms. Emisjonstallet kan justeres mellom 0,1 og 1,0. Emissjonstallet instrumentet opererer ut ifra må endres etter type materiale som skal måles. De fleste organiske materialer har et emisjonstall på 0,95 og det er dette tallet som er brukt for å måle overflatetemperaturen på massivtre.



Figur 6.16. Raytek Raynger ST80-IS IR-termometer

Overflatetemperatur ble målt rett under tilluftsventilen på soverommet, med en avstand på ca. 1,0 meter. Det ble også gjort en måling på motsatt vegg ved omtrent samme høyde for sammenligning. I stue/kjøkken ble målingen også her tatt rett under tilluftsventilen (se Figur 6.17) og på veggen vendt mot nord-øst. Det ble forsøkt gjort målinger på samme sted på veggen og fra lik avstand hver gang.



Figur 6.17. Tilluftsventil i stue

Varmetrådsanemometer

Varmetrådsanemometeret vist i Figur 6.18. brukes for å bestemme lufthastighet og volumstrøm i ventilasjonskanaler eller ved ventilasjonsutløp. Den er spesielt egnet for lave og mellomstore strømningshastigheter opp til +20 m/s. Sonden kan også måle temperaturer opp til +70 ° C.



Figur 6.18. Varmetrådsanemometer

Den varme trådproben er utstyrt med et teleskop, som kan utvides til en maksimal lengde på 820 mm. Instrumentet måler lufthastighet fra 0 til 20 m/s og har en nøyaktighet på +0.03 m/s. Varmetrådsanemometeret er koblet til Testo 435, som er en multifunksjonsmåler som kan overvåke og analysere innelima ved hjelp av ulike sonder.

Målingene ble gjennomført ved å holde anemometeret nærmest mulig tilluftsventilen på soverom og i stue.

6.3.3 Feilkilder knyttet til målingene

På grunn av synlig display med temperatur, CO₂ og RF i måleinstrumentet kan beboerne bli påvirket til å endre bruksmønsteret sitt. Dersom de leser at det står «Poor» på måleren kan dette føre til at de gjør endringer som de muligens ellers ikke ville gjort.

Personbelastning kan ha stor påvirkning på parameterne målt. Det ble ikke ført opp når det var personer tilstede i leiligheten av praktiske årsaker. Det ville blitt vanskelig for beboerne å kontinuerlig måtte oppdatere på når de var tilstede og når de var ute av leiligheten.

I tillegg er det viktig å ta hensyn til eventuelle målefeil da disse mest sannsynlig vil oppstå en eller flere ganger i løpet av måleperioden. Målefeilene kan deles inn i tre hovedtyper i henhold til Tabell 6.4. [52];

Målefeil	Forklaring
Grove feil, U_G	Avlesingsfeil, eksempelvis ombytting av tall eller feilplassering av komma. Disse feilene skyldes ofte manglende oppmerksomhet eller slurv.
Systematiske feil, U_S	Feil på instrumentet, bruk av ukalibrerte instrumenter eller ukorrekt utført måling. Dette er feil som skyldes måleinstrument og operatør.
Tilfeldige feil, U_T	Dårlig oppløsning på instrumenter, utilfredsstillende måledynamikk eller eksterne påvirkninger. Disse kan ikke elimineres, kun reduseres.

Tabell 6.4. Tre typer målefeil

Det er viktig at grove feil og operatørfeil reduseres til et minimum, da dette ikke er feil som forsvinner ved gjentatte målinger.

6.4 Spørreundersøkelse

En spørreundersøkelse er viktig for å kartlegge inneklima fordi beboernes følelse av komfort er subjektiv og hvordan man oppfatter inneklima vil kunne være variere fra person til person.

6.4.1 Utførelse

Det er benyttet en kvantitativ spørreundersøkelse relatert til inneklima. Spørsmålene besvarer eventuelle helsemessige plager personene opplever og hvordan ventilasjonsanlegget brukes. Skjemaene brukt i undersøkelsene er basert på «Ørebromodellen» som er utviklet av Yrkesmedisinsk klinikk ved Regionssykehuset i Ørebro [53]. I skjemaene blir det listet opp diverse plager hvor respondenten har mulighet til å svare hvor ofte disse forekommer i henholdsvis «Ja, ofte (hver uke)», «Ja, iblant» eller «Nei, aldri». Hensikten med en slik undersøkelse er å kartlegge om det er en sammenheng mellom målbare tester og følt komfort i boenheten.

Undersøkelsen ble i førsteomgang gjennomført med SurveyXact. Det var planlagt en anonym undersøkelse sendt på mail, men da ble kjent at en god andel av beboerne er pensjonister ble det bestemt å utføre undersøkelsen manuelt. Spørsmålene, i tillegg til et infoskriv, ble delt ut til personer direkte ved å ringe på døren eller legge i postkassen dersom de ikke var hjemme. De ble bedt om å legge svarene i postkasse nr. 113 eller levere personlig ved neste mulige anledning. Alle svarene ble behandlet anonymt.

Se Vedlegg 12.5 og 12.6 for infoskriv og spørreundersøkelse.

6.4.2 Feilkilder knyttet til spørreundersøkelsen

I spørreundersøkelsen kan det være at respondentene svarer det de tror er «riktig» med tanke på hva som skal undersøkes. Dette kan gjøres både ubevisst og bevisst.

En del av symptomene listet opp som plager man kan få som en konsekvens av dårlig inneklima er også normale plager å ha om vinteren eller dersom man er forkjølet. Tretthet trenger heller ikke nødvendigvis å være et resultat av dårlig inneklima. Dette ble tatt hensyn til i analysen av svarene og sett i sammenheng med andre faktorer som for eksempel «trekk» og «dårlig luft».

Videre ble det kjent at noen kun brukte leiligheten som feriebolig. Dette reduserte antall mulige respondenter og gjorde det vanskeligere å få svar på spørreundersøkelsen.

7 Resultat

7.1 Resultat fra IDA ICE-simulering

I resultatene fra simulering i IDA ICE er det sett på termisk komfort (temperatur, RF, PPD og PMV), luftkvalitet (CO₂) og energibruk for henholdsvis mekanisk balansert ventilasjon og «mixed mode» hybrid ventilasjon. Det ble fokusert på sonene stue/kjøkken og soverom, som også er gjort målinger i. Videre vises resultatene for sommer og vinter, hvor 16. juli og 15. februar er tidspunktene for dimensjonerende verdier på kjøling og oppvarming.

Tabell 7.1 og 7.2 viser gjennomsnittsverdier og standardavvik for de to sonene stue/kjøkken og soverom ved henholdsvis balansert ventilasjon og hybrid ventilasjon om sommeren. Tabellen viser at den gjennomsnittlige temperaturen er høyere for balansert ventilasjon enn hybrid ventilasjon både i stue/kjøkken og på soverommet. Dette gir at andelen misfornøyde i prosent (PPD) også er høyere. Verdiene for PMV viser at i begge tilfellene er det for varmt. CO₂-nivået er i gjennomsnitt lavere for hybrid ventilasjon sammenlignet med balansert ventilasjon. Samtidig viser beregninger for hybrid ventilasjon høyere standardavvik for både CO₂ og temperatur, noe som kan tyde på større svingninger gjennom døgnet. Ved relativ fuktighet (RF) er verdiene høyere for hybrid ventilasjon enn for balansert ventilasjon.

	Stue/kjøkken (sommer)		Soverom (sommer)	
	Gjennomsnitt	Standardavvik	Gjennomsnitt	Standardavvik
Temperatur (°C)	29,15	0,676	27,23	0,598
Operativ temperatur (°C)	29,35	0,578	27,45	0,481
CO ₂ (ppm)	738,49	0,284	795,04	3,198
RF (%)	41,48	0,418	44,22	1,531
PPD (%)	46,00	8,284	22,71	4,337
PMV	1,41	0,156	0,91	0,115

Tabell 7.1 Gjennomsnittsverdier og standardavvik for balansert ventilasjon 16. juli

	Stue/kjøkken (sommer)		Soverom (sommer)	
	Gjennomsnitt	Standardavvik	Gjennomsnitt	Standardavvik
Temperatur (°C)	26,08	1,029	25,80	0,972
Operativ temperatur (°C)	26,38	0,779	26,00	0,738
CO ₂ (ppm)	492,25	51,270	648,78	133,295
RF (%)	44,00	2,994	46,52	3,450
PPD (%)	11,22	5,900	9,37	4,445
PMV	0,51	0,252	0,45	0,206

Tabell 7.2 Gjennomsnittsverdier og standardavvik for hybrid ventilasjon 16. juli

Tabell 7.3 og 7.4 viser gjennomsnittsverdier og standardavvik for balansert ventilasjon og hybrid ventilasjon om vinteren. Her er det mindre forskjeller mellom de to ventilasjonssystemene. Gjennomsnittlig temperatur er den samme som settpunkttemperatur i begge tilfellene. Samtidig er forventet andel misfornøyde (PPD) noe høyere for balansert ventilasjon og har en PMV-verdi på -0,47 som antyder at det er litt for kaldt. Gjennomsnittlig CO₂-nivå om vinteren er høyere for hybrid ventilasjon, spesielt på soverommet. Samtidig er det lavere standardavvik for balansert ventilasjon,

noe som antyder jevnere verdier. Relativ fuktighet (RF) er lav for både balansert og hybrid ventilasjon, men den er noe høyere for hybrid ventilasjon på soverommet.

	Stue/kjøkken (vinter)		Soverom (vinter)	
	Gjennomsnitt	Standardavvik	Gjennomsnitt	Standardavvik
Temperatur (°C)	20,30	0,004	20,30	0,004
Operativ temperatur (°C)	20,08	0,013	20,20	0,014
CO ₂ (ppm)	733,91	0,081	787,22	0,087
RF (%)	15,01	0,854	16,03	0,957
PPD (%)	9,66	0,032	9,28	0,037
PMV	-0,47	0,002	-0,45	0,002

Tabell 7.3 Gjennomsnittsverdier og standardavvik for balansert ventilasjon 15. februar

	Stue/kjøkken (vinter)		Soverom (vinter)	
	Gjennomsnitt	Standardavvik	Gjennomsnitt	Standardavvik
Temperatur (°C)	21,00	0,026	21,00	0,024
Operativ temperatur (°C)	21,06	0,133	21,06	0,116
CO ₂ (ppm)	776,53	25,119	1304,94	64,426
RF (%)	14,65	0,717	23,81	1,250
PPD (%)	5,82	2,773	5,46	2,601
PMV	-0,26	0,126	-0,24	0,113

Tabell 7.4 Gjennomsnittsverdier og standardavvik for hybrid ventilasjon 15. februar

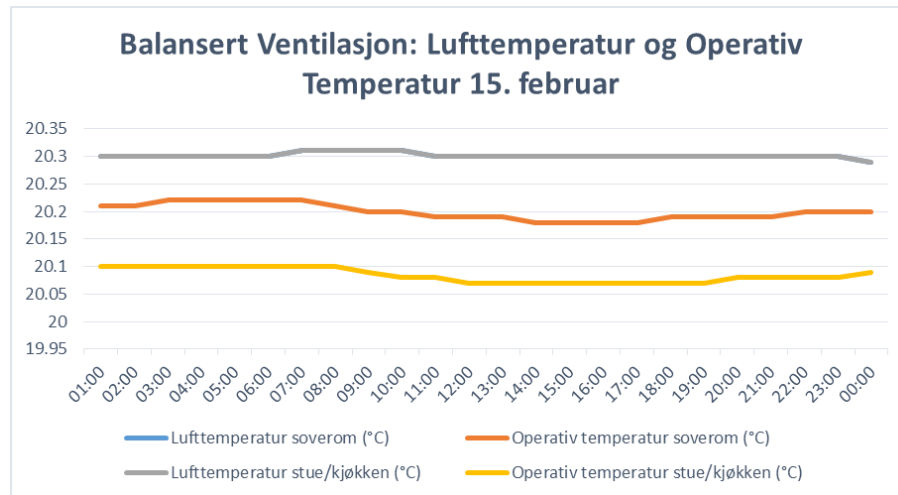
7.1.1 Lufttemperatur og operativ temperatur

Simuleringen i IDA ICE gir en prosentandel timer når operativ temperatur er over 27°C for verste sone og gjennomsnittssone. Dette, i tillegg til prosentandel med termisk misnøye, er presentert i Tabell 7.5. Ved hybrid ventilasjon er det ingen timer i løpet av året hvor operativ temperatur overstiger 27°C. For balansert ventilasjon er operativ temperatur over 27°C 3 % av tiden, som tilsvarer 262,8 timer. I en gjennomsnittssone er det over 27°C 2% av tiden. Dette tilsvarer 175,2 timer. Ved prosent av total okkupasjonstid med termisk misnøye er det likevel ikke så stor forskjell mellom de to ventilasjonssystemene. For balansert ventilasjon er den på 8%, noe som tilsvarer 700,8 timer, mens for hybrid ventilasjon er den på 7 %, som tilsvarer 613,2 timer. Dette utgjør en forskjell på ca. 4 dager.

	Balansert ventilasjon	Hybrid ventilasjon
Prosentandel timer når operativ temperatur er over 27°C i verste sone	3 %	0 %
Prosentandel timer når operativ temperatur er over 27°C i gjennomsnittssone	2 %	0 %
Prosent av total okkupasjonstid med termisk misnøye	8 %	7 %

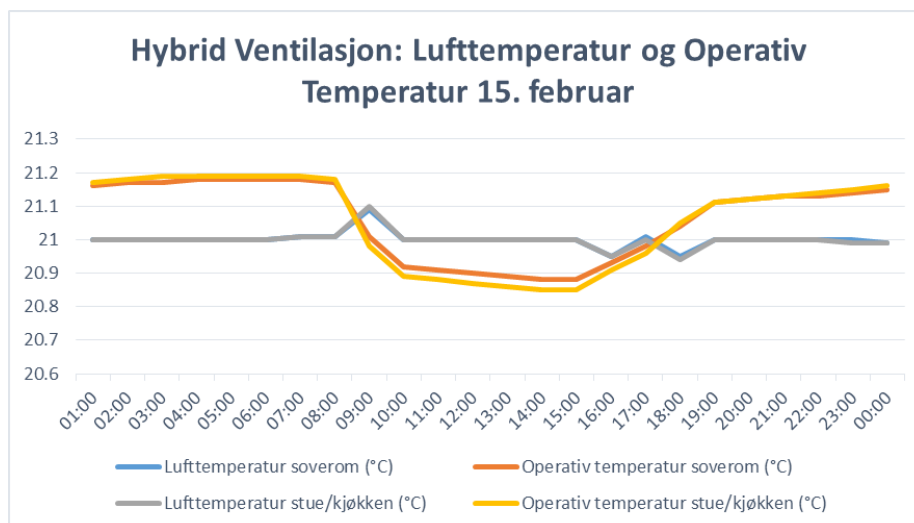
Tabell 7.5 Prosentandel for termisk komfort ved balansert ventilasjon og hybrid ventilasjon

Figur 7.1 viser lufttemperatur og operativ temperatur for balansert ventilasjon om vinteren. Lufttemperatur er lik for både soverom og stue/kjøkken (grå og blå linje sammenfaller). Den operative temperaturen er lavere enn lufttemperaturen. Dette er sannsynligvis fordi utetemperaturen er lav, noe som gjør at vinduer og andre overflater blir kjølt ned. Den operative temperaturen er minst i stue/kjøkken hvor den er 20,18°C på det laveste. På soverommet er den laveste operative temperaturen 20,07°C. Høyeste lufttemperatur er ifølge simulering for balansert ventilasjon 20,31°C 16. februar, mens den laveste temperaturen er 20,29°C. Dette tyder på at det er lite svingninger i lufttemperaturen denne dagen.



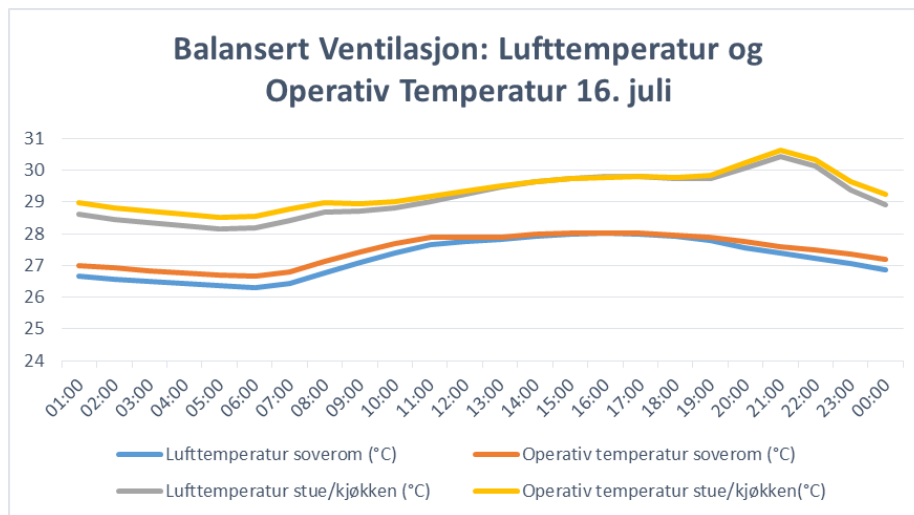
Figur 7.1 Balansert ventilasjon: Lufttemperatur og operativ temperatur 15. februar

Figur 7.2 viser lufttemperatur og operativ temperatur for hybrid ventilasjon om vinteren. Her er det vist at operative temperatur for begge sonene er høyest om natten mellom kl. 01:00 og kl. 08:00, hvor den deretter fortsetter å synke frem til kl. 15:00. Denne svingningen i operativ temperatur sammenlignet med balansert ventilasjon skyldes antageligvis at personbelastning er satt til «house living» istedenfor 24 timer. Lufttemperaturen har en liten stigning kl. 09:00 og to synk henholdsvis kl. 16:00 og 18:00.



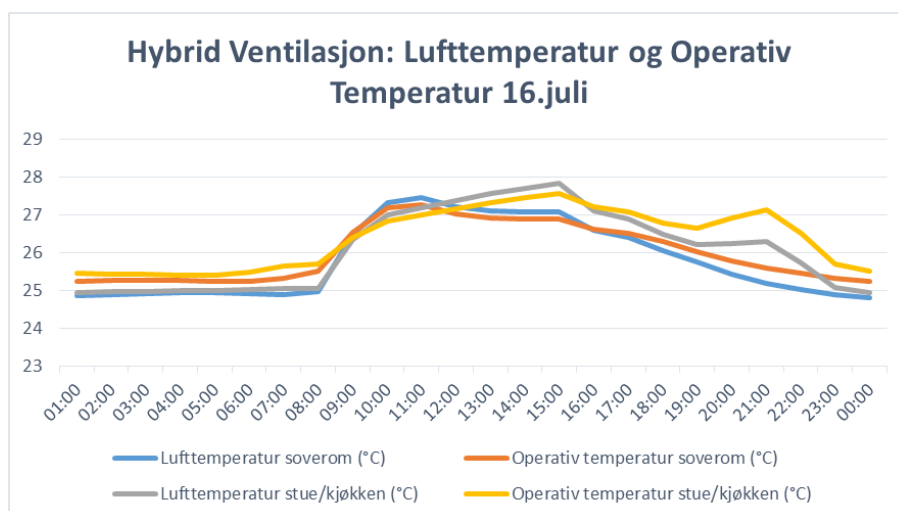
Figur 7.2 Hybrid ventilasjon: Lufttemperatur og operativ temperatur 15. februar

På Figur 7.3 vises lufttemperatur og operativ temperatur for balansert ventilasjon om sommeren. Her kan man se at det er høye temperaturer innendørs på den varmeste dagen. Høyeste operativ temperatur i stue/kjøkken er 30,64°C, mens høyeste operativ temperatur på soverom er 28,02°C. Lufttemperaturen er noe lavere enn operativ temperatur i begge tilfeller. Stue/kjøkken har noe høyere temperaturer enn soverommet. Det skyldes sannsynligvis at dette rommet har flere vinduer og er mer eksponert for sollys.



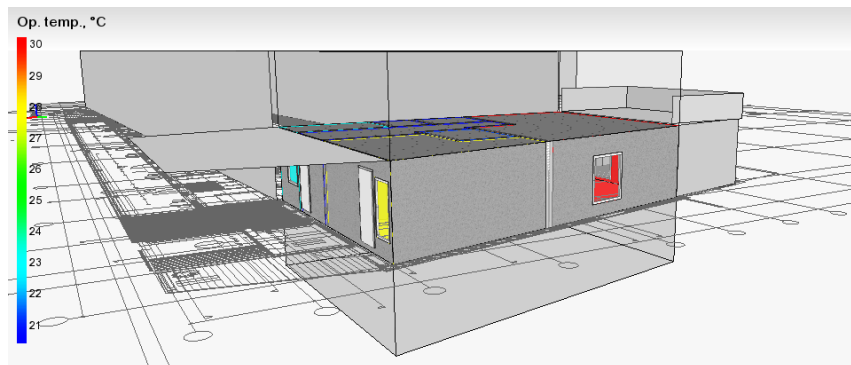
Figur 7.3 Balansert ventilasjon: Lufttemperatur og operativ temperatur 16. juli

Figur 7.4 viser lufttemperatur og operativ temperatur for hybrid ventilasjon om sommeren. Ifølge denne grafen er det mindre forskjell mellom temperaturen i stue/kjøkken og soverom, men også her er den for det meste litt høyere i stue/kjøkken. Lufttemperaturen er høyere enn operativ temperatur mellom kl. 09:00 og 15:00. Det er på dette tidspunktet ingen personbelastning i leiligheten. Innenfor tidsrommene det er personer tilstede er den operative høyere enn lufttemperaturen. Høyeste operativ temperatur er henholdsvis 27,26°C for soverommet og 27,57°C for stue/kjøkken.



Figur 7.4 Hybrid ventilasjon: Lufttemperatur og operativ temperatur 16. juli

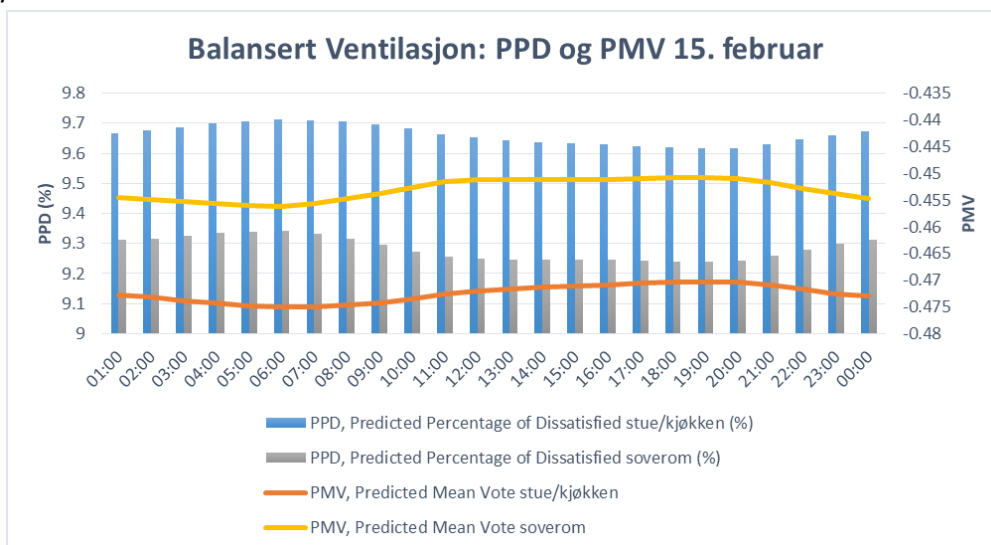
Figur 7.5 viser en grafisk fremstilling av operativ temperatur for balansert ventilasjon ved den høyeste utetemperaturen som er 16. juli. Stue og soverom er de varmeste sonene og det er også i disse rommene det er personbelastning. Dette bidrar til å øke den operative temperaturen. På soverommet er den høyeste temperaturen om morgenen, mens i stuen forekommer den høyeste temperaturen på kvelden. Dette skyldes trolig solens plassering i forhold til de to sonene.



Figur 7.5 Grafisk fremstilling av operativ temperatur i IDA ICE

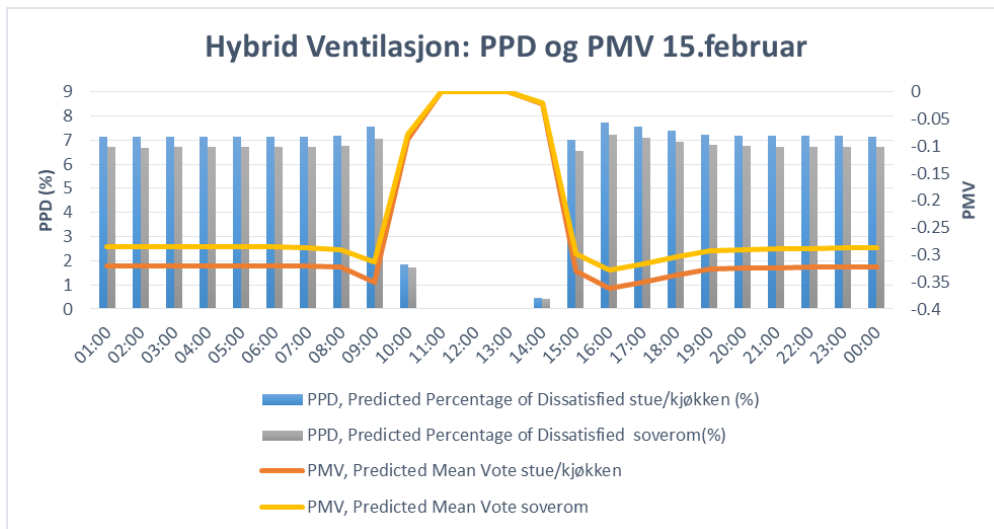
7.1.2 PPD og PMV

Percentage of predicted dissatisfied (PPD) og Predicted Mean Vote (PMV) er vist for sommer og vinter for de to ventilasjonssystemene. Figur 7.6 viser PPD og PMV for balansert ventilasjon om vinteren. Her er PPD høyere for stue/kjøkken enn den er for soverommet. Høyeste verdi i stue/kjøkken er 9,713 %, mens høyeste verdi på soverommet er 9,342 %. PMV har minus-verdier, noe som betyr at det er noe kaldt.



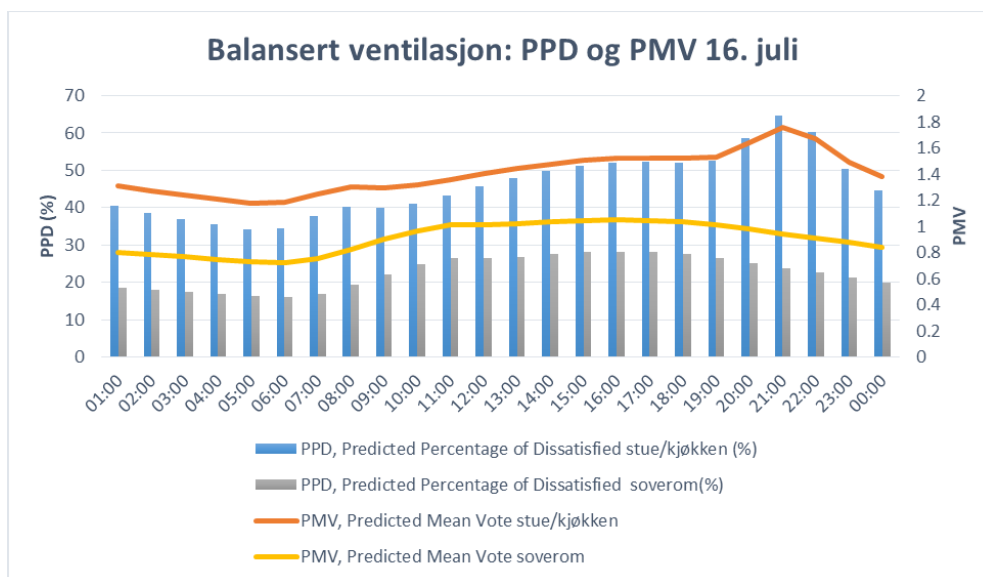
Figur 7.6 Balansert ventilasjon: PPD og PMV 15. februar

Figur 7.7 viser PPD og PMV for hybrid ventilasjon om vinteren. Her angis det, i likhet med balansert ventilasjon, at PPD er noe høyere for stue/kjøkken. Samtidig ser man av grafen at den er null i tidsrommet mellom kl. 11:00 og kl. 13:00. Det er ikke personer tilstede fra kl. 08:00 til kl. 15:00. Det er uvisst hvorfor PPD og PMV kun er null i dette tidsrommet og ikke over hele perioden hvor det er angitt null i personbelastning. Også her har PMV minus-verdi, men den er noe lavere enn for balansert ventilasjon. Høyeste verdi på PPD er 7,714 % i stue/kjøkken og 7,230 % på soverom.



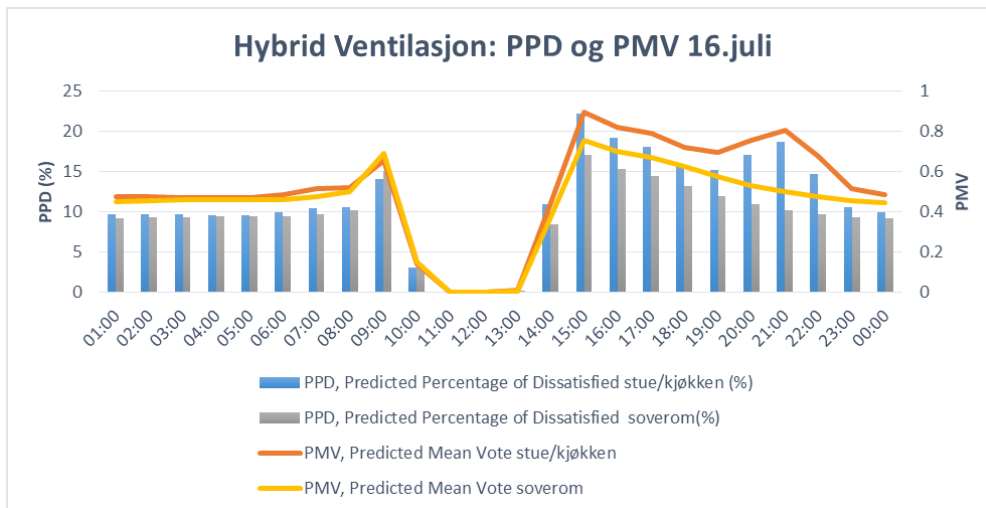
Figur 7.7 Hybrid ventilasjon: PPD og PMV 15. februar

Videre vises PPD og PMV for balansert ventilasjon om sommeren, se Figur 7.8. Her er det høye verdier for PPD, spesielt i stue/kjøkken hvor den er 64,73 % på det meste. Høyeste verdi for soverommet er 28,16 %. PMV angir at det er for varmt, som antageligvis er årsaken til de høye verdiene på PPD.



Figur 7.8 Balansert ventilasjon: PPD og PMV 16. juli

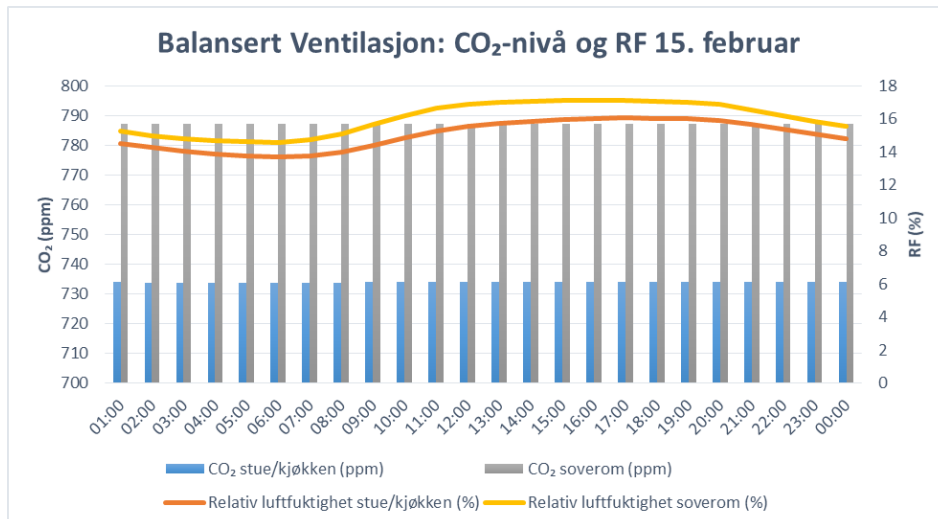
Figur 7.9 viser PPD og PMV for hybrid ventilasjon om sommeren. Her er verdiene betydelige lavere enn for balansert ventilasjon. Når det er personer tilstede er PPD på det høyeste 22,15 % i stue/kjøkken og 17,03 % på soverommet. Disse er begge ved tidspunktet kl. 15:00. PMV angir at i likhet med balansert ventilasjon er det for varmt, men ikke i like stor grad. Årsaken til null-verdier kun mellom kl. 11:00 og 13:00 er fortsatt ukjent, slik som for vinter.



Figur 7.9 Hybrid ventilasjon: PPD og PMV 16. juli

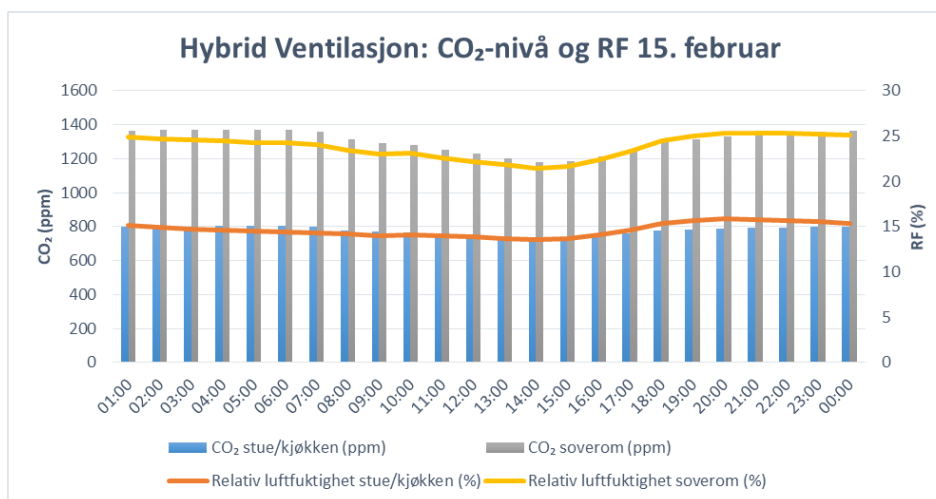
7.1.3 CO₂-nivå og RF

Simuleringsresultatene for CO₂-nivå og relativ fuktighet (RF) ble sammenlignet for sommer og vinter ved balansert og ved hybrid ventilasjon. Figur 7.10 viser CO₂-nivå og RF for balansert ventilasjon om vinteren. Av grafen kan man se at det er en forskjell mellom CO₂-nivå i stue/kjøkken og på soverommet. Høyeste verdi i stue/kjøkken er på 734,0 ppm, mens høyeste verdi på soverom er 787,3 ppm. Også RF er høyere på soverommet enn i stue/kjøkken. At både CO₂-nivå og RF er høyere på soverommet skyldes mest sannsynlig at soverommet har mindre volum og dermed et mindre område hvor luften kan fordele seg.



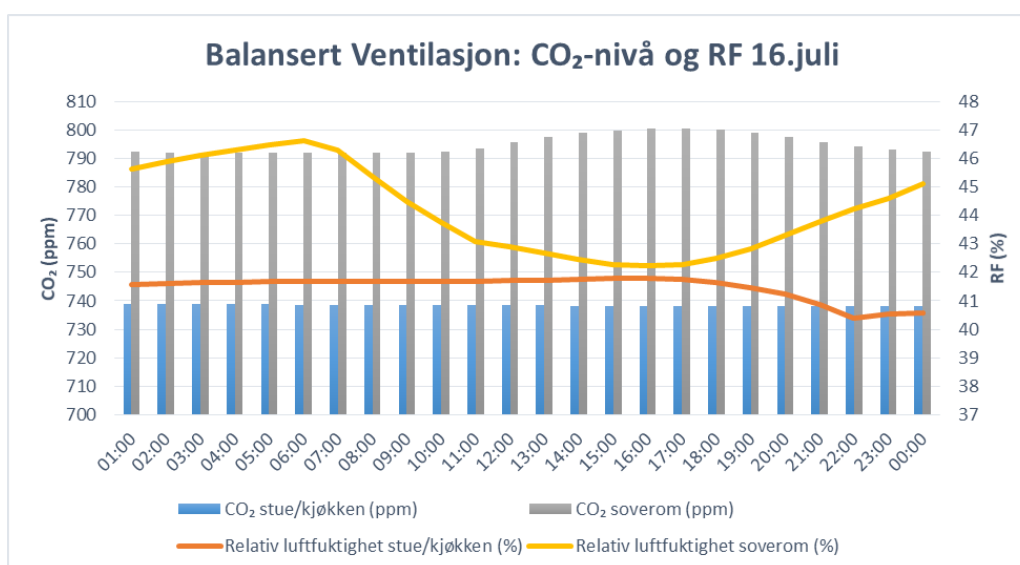
Figur 7.10 Balansert ventilasjon: CO₂-nivå og RF 15. februar

På Figur 7.11 vises CO₂-nivå og RF for hybrid ventilasjon om vinteren. Også her er høyeste CO₂-nivå og RF på soverommet, men med betydelig høyere verdier sammenlignet med balansert ventilasjon. Her er høyeste CO₂-nivå 1370,5 ppm og høyeste RF 25,35 %. Verdiene for stue/kjøkken er lavere og samsvarer mer med simuleringen for balansert ventilasjon. Både soverom og stue/kjøkken har lavere verdier midt på dagen når personbelastningen er null.



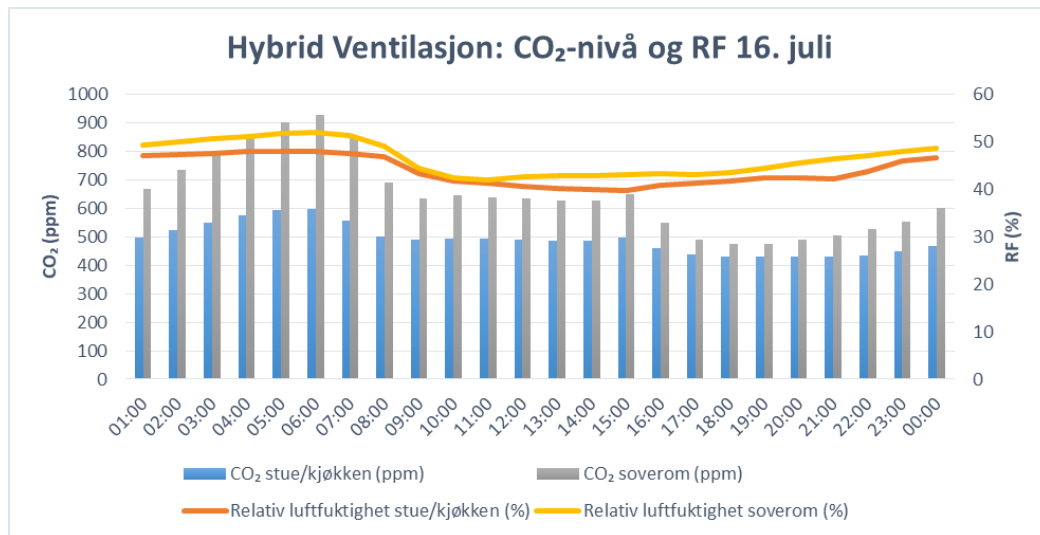
Figur 7.11 Hybrid ventilasjon: CO₂-nivå og RF 15. februar

Videre vises CO₂-nivå og RF for balansert ventilasjon om sommeren, se Figur 7.12. Ifølge grafen er CO₂-nivå og RF noe høyere for soverom enn for stue/kjøkken. Den viser også en tydelig stigning i RF på soverommet om natten, hvor den deretter synker fra kl. 06:00 om morgenen. Fra kl. 17:00 stiger RF på soverommet igjen, samtidig som verdiene i stue/kjøkken synker. Høyeste verdi på CO₂ er 800,5 ppm på soverommet og høyeste RF er 46,63 %.



Figur 7.12 Balansert ventilasjon: CO₂-nivå og RF 16. juli







Til slutt viser Figur 7.13 CO₂-nivå og RF for hybrid ventilasjon om sommeren. I likhet med vinterstid er verdiene høyere for både soverom og stue/kjøkken sammenlignet med balansert ventilasjon. Høyeste CO₂-nivå på soverommet er 928,2 ppm og høyeste RF er 52,1 %. Verdiene er også her høyere på natten enn på dagen, hvor høyeste CO₂-nivå er kl. 06:00 om morgenen.



Figur 7.13 Hybrid ventilasjon: CO₂-nivå og RF 16. juli

7.1.4 Beregnet energibruk

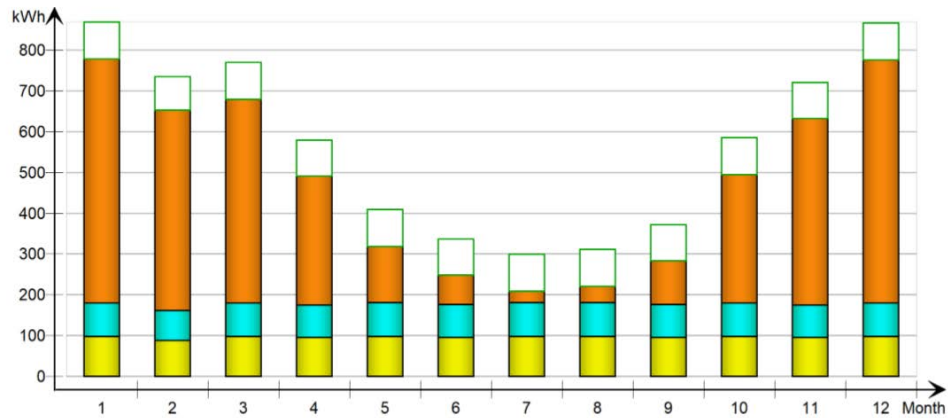
Simuleringen i IDA ICE beregner energibruk for hele leiligheten gjennom et år. Figur 7.14 viser en oversikt over levert energi i både kWh og kWh/m². Levert energi er også omtalt som tilført eller kjøpt energi. Energiforbruket er fordelt på henholdsvis belysning, utstyr, elektrisk oppvarming og HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning). Det er ikke brukt energi på kjøling eller varmtvann. Figuren viser totalt levert energi på 6852 kWh og 67,6 kWh/m² per år. Av dette utgjør 53,4 % energi til oppvarming og 14,2 % til HVAC. Til sammen utgjør belysning og utstyr 32,4 % av energibruken.

		Purchased energy		Peak demand
		kWh	kWh/m ²	kW
	Lighting, facility	1155	11.4	0.2
	Electric cooling	0	0.0	0.0
	HVAC aux	973	9.6	0.11
	Electric heating	3658	36.1	1.35
	Total, Facility electric	5786	57.1	
	Domestic hot water	0	0.0	0.0
	Total, Facility fuel*	0	0.0	
	Total	5786	57.1	
	Equipment, tenant	1066	10.5	0.18
	Total, Tenant electric	1066	10.5	
	Grand total	6852	67.6	

*heating value

Figur 7.14 Levert energi for balansert ventilasjon

Videre viser Figur 7.15 månedlig kjøpt/solgt energi i kWh. Energibruket på belysning og utstyr er likt gjennom hele året, mens oppvarming varierer med årstiden. Det brukes mest energi til oppvarming i vintermånedene, spesielt januar og desember. I sommermånedene juni, juli og august er energiforbruket på oppvarming lavt.



Figur 7.15 Månedlig kjøpt/solgt energi for balansert ventilasjon

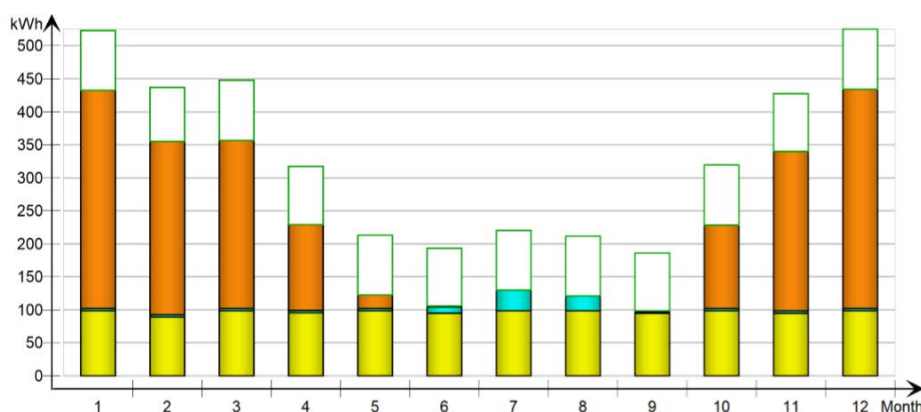
For hybrid ventilasjon er levert energi vist i Figur 7.16. Her er totalt levert energi på 4019 kWh og 39.7 kWh/m² per år. Energiforbruket til belysning og utstyr er den samme som for balansert ventilasjon, mens elektrisk oppvarming og HVAC har lavere verdier. Ved hybrid ventilasjon utgjør energi til oppvarming 42,3 % av den totale energibruken og energi til HVAC utgjør 2,3 % av den totale energibruken. Figuren viser betydelig lavere beregnet energibruk ved hybrid ventilasjon, sammenlignet med balansert ventilasjon.

	Purchased energy		Peak demand
	kWh	kWh/m ²	kW
Lighting, facility	1157	11.4	0.2
Electric cooling	0	0.0	0.0
HVAC aux	95	0.9	0.32
Electric heating	1699	16.8	1.03
Total, Facility electric	2951	29.1	
Domestic hot water	0	0.0	0.0
Total, Facility fuel*	0	0.0	
Total	2951	29.1	
Equipment, tenant	1068	10.5	0.18
Total, Tenant electric	1068	10.5	
Grand total	4019	39.7	

*heating value

Figur 7.16 Levert energi for hybrid ventilasjon

Figur 7.17 viser månedlig kjøpt/solgt energi for hybrid ventilasjon. Energi til belysning og utstyr er den samme gjennom hele året. Energi til oppvarming er i likhet med balansert ventilasjon, høyest i vintermånedene. Dette gjelder spesielt i januar og desember. Om sommeren, i månedene juni, juli og august, er det ingen energi til oppvarming. Høyest energibruk til HVAC er om sommeren. Dette fordi det er høyere luftmengde på avtrekket for å redusere overtemperatur i leiligheten. Det er noe energi til HVAC resten av året også, men dette utgjør svært lite av den totale energibruken og kan derfor være vanskelig å se på figuren.



Figur 7.17 Månedlig kjøpt/solgt energi for hybrid ventilasjon

7.2 Resultat fra målinger

Gjennom hele måleperioden var det lite nedbør og store variasjoner i temperaturen ute. Høyeste målte temperatur var 22,2°C, mens laveste målte temperatur var 0,4°C. Det var også variasjoner i relativ luftfuktighet som på det laveste var 24 % og på det høyeste 97 %. Gjennomsnittlig RF i denne perioden var 69,5%. De målte vindhastighetene varierte fra 2 m/s til 9 m/s.

Resultatene er vist for uke nr. 2 av loggingen, 16.04. -23.04. Denne uken var det størst variasjon i utetemperatur. Resultatene fra uke 1 og 3 i måleperioden er vist i Vedlegg 12.11. En oversikt over gjennomsnittsverdier og standardavvik fra resultatene i uke 2 er vist i Tabell 7.6.

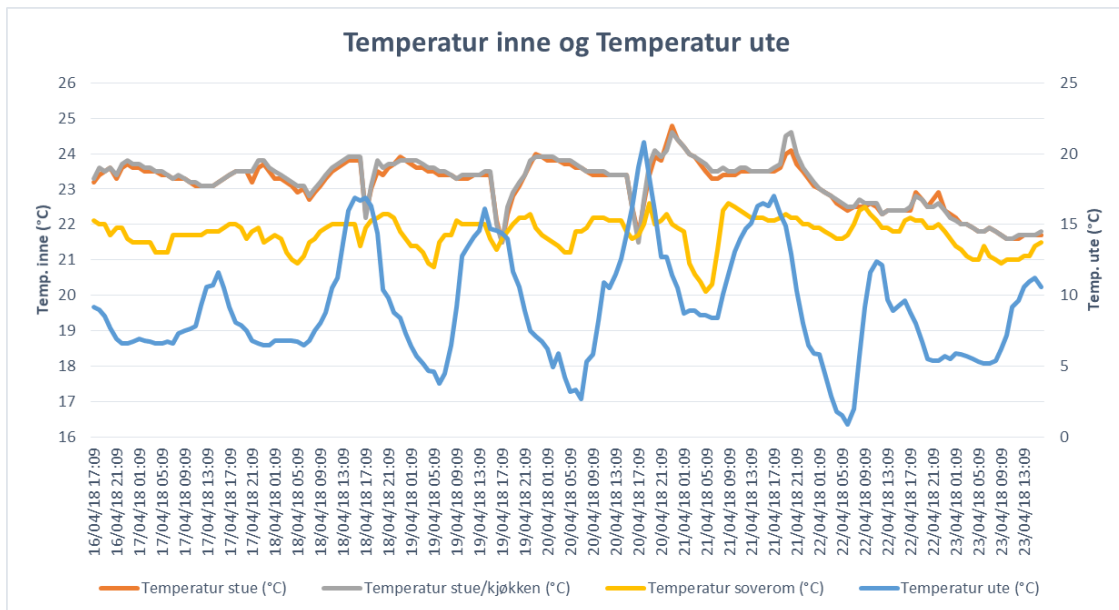
Tabellen viser at høyeste CO₂-nivå var på soverommet, med en gjennomsnittlig verdi på 521,7 ppm. Laveste gjennomsnittlige CO₂-nivå var i stue, hvor den ble målt til 459,0 ppm. Soverommet viser større variasjoner i konsentrasjonen med standardavvik på 169,932. Den høyeste gjennomsnittlige temperaturen på 23,19°C ble målt i stue/kjøkken og den laveste ble målt på soverommet til 21,7°C i gjennomsnitt. Også den høyeste gjennomsnittlige relative fuktigheten på 39 % ble målt på soverommet, hvor det i tillegg er høyest standardavvik.

Sone/rom	Gjennomsnittlig CO ₂ (ppm)	Std. avvik	Gjennomsnittlig temp. (°C)	Std. avvik	Gjennomsnittlig RF (%)	Std. avvik
Soverom	521,7	169,932	21,70	0,452	39,0	3,035
Stue	459,0	108,383	23,15	0,652	38,7	2,337
Stue/kjøkken	463,8	113,462	23,19	0,706	36,1	2,374

Tabell 7.6 Gjennomsnitt og standardavvik fra målinger uke 2

7.2.1 Lufttemperatur

Lufttemperaturen for soverom, stue, stue/kjøkken og utendørs er vist på Figur 7.18. Grafen viser at stue og stue/kjøkken har de høyeste temperaturene innendørs. Sammenhengen mellom utetemperatur og temperaturen inne er tydeligst på soverommet, hvor lufttemperaturen synker i takt med utetemperaturen.



Figur 7.18 Temperatur inne og Temperatur ute fra målinger

De laveste temperaturene på soverommet oppstår på natten og dette skyldes antageligvis at vinduet står åpent eller på gløtt på denne tiden. Laveste utendørstemperatur var 0,9 °C, da var innetemperaturen 21,7°C. Den laveste innetemperaturen på 20,1°C forekom ved en utetemperatur på 8,6°C.

I stue var laveste målte temperaturen 21,5°C. Denne ble målt ved en utetemperatur på 14,4°C. Høyeste målte temperatur var 24,8°C. Ved dette tidspunktet var utetemperaturen 11,4°C. I dette tilfelle ble det målt høy utetemperaturer noen timer før, opp mot 20,8°C, noe som kan tyde på at temperaturen i stuen fortsette å stige i flere timer selv om utetemperaturen synker. Dette vises også av grafen, hvor høyeste punkt for temperatur inne etterfølger høyeste punkt for temperatur ute.

7.2.2 Operativ temperatur

Operativ temperatur i henholdsvis stue/kjøkken og soverom ble beregnet i henhold til Formel 3.2 for operativ temperatur i kapittel 3.1.1. Gjennomsnittlig strålingstemperatur fra omgivende overflater ble funnet på grunnlag av målinger fra IR-termometeret. Temperaturen fra rommet ble tatt fra omtrent samme tidspunkt som målingene med IR-termometeret ble utført. Beregningseksempel for henholdsvis stue/kjøkken og soverom 16.april er vist i Formel 7.1 og 7.2. Resterende beregninger er vist i Vedlegg 12.10.

Soverom:

$$t_{op} = 0,5 \times (21,80 + 21,90) = 21,85^{\circ}\text{C} \text{ Formel 7.1}$$

Stue/kjøkken:

$$t_{op} = 0,5 \times (22,90 + 23,05) = 22,98^{\circ}\text{C} \text{ Formel 7.2}$$

Beregning av operativ temperatur på soverommet, se Tabell 7.7, viser at overflatetemperaturen (gjennomsnittlig strålingstemperatur) stort sett er tilnærmet lik den målte lufttemperaturen. Dette gir at den operative temperaturen i stor grad tilsvare den målte lufttemperaturen i rommet. Kun ved

målinger 9. april er beregnet operativ temperatur lavere enn lufttemperaturen. Høyeste differansen på operativ temperatur på soverommet var 2,25°C.

Dato	Målt lufttemperatur °C	Gjennomsnittlig strålingstemperatur °C	Beregnet operativ temperatur °C
09.04.	21,90	21,05	21,48
16.04.	21,80	21,90	21,85
23.04.	21,50	21,55	21,53
30.04.	19,50	19,70	19,60

Tabell 7.7 Beregnet operativ temperatur på soverom

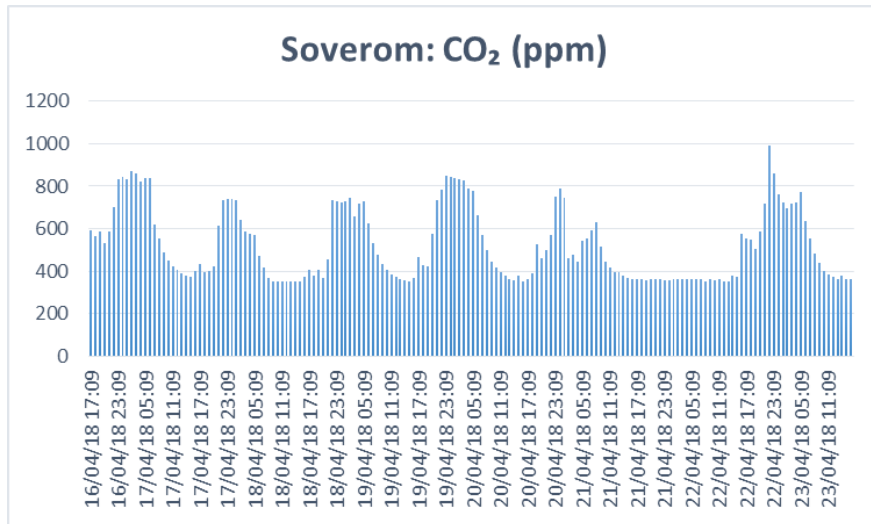
Tabell 7.8 viser beregninger fra stue/kjøkken. Også her vises det at den operative temperaturen er tilnærmet lik den målte lufttemperaturen. Beregnet operativ temperatur er noe høyere enn målt lufttemperatur i 3 av 4 tilfeller. Kun ved målinger 23. april er operativ temperatur lavere enn lufttemperaturen. Høyeste differansen for operativ temperatur i stue/kjøkken er 2,43°C.

Dato	Målt lufttemperatur °C	Gjennomsnittlig strålingstemperatur °C	Beregnet operativ temperatur °C
09.04.	22,10	22,00	21,55
16.04.	22,90	23,05	22,98
23.04.	21,45	21,35	21,40
30.04.	20,50	20,60	20,55

Tabell 7.8 Beregnet operativ temperatur stue/kjøkken

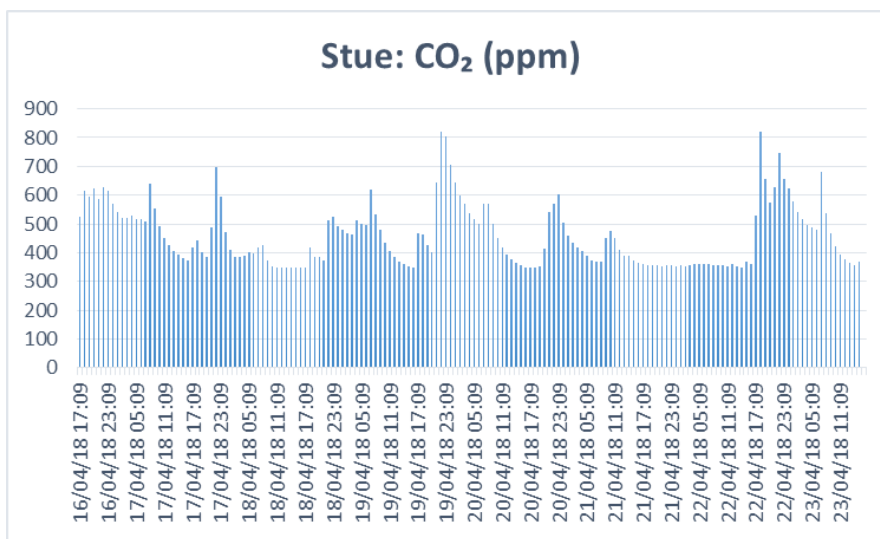
7.2.3 CO₂-nivå

De målte verdiene for CO₂ i uke 2 er presentert for soverom, stue og stue/kjøkken. Figur 7.19 viser målt CO₂-nivå for soverommet. CO₂-nivået på soverommet viser et tydelig mønster, hvor nivået øker på kvelden og natten når personene sannsynligvis sover. De laveste CO₂-nivåene er målt midt på dagen. Dette skyldes antageligvis at det ikke befinner seg noen personer i rommet. Høyeste CO₂-nivå målt på soverom er 990,0 ppm.



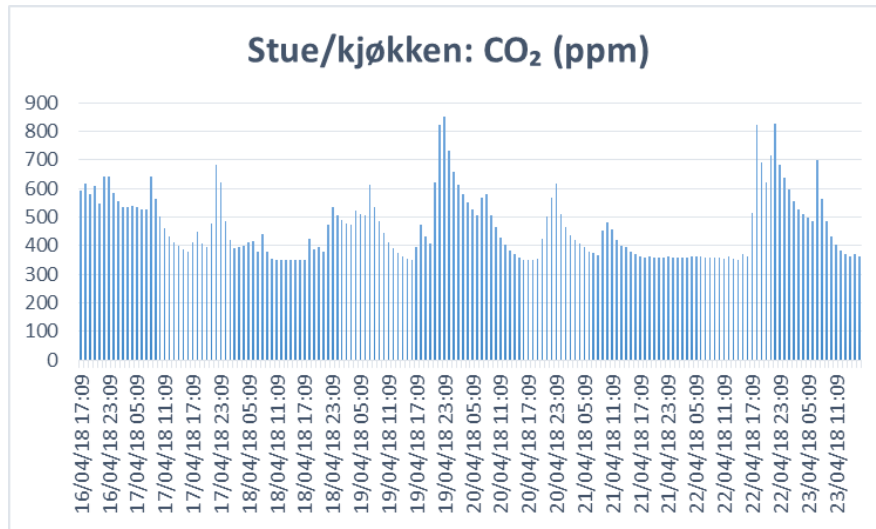
Figur 7.19 Målte CO₂-verdier på soverom i uke 2

I Figur 7.20 vises de målte verdiene for stue. Økning i CO₂-nivå som vises på Figur 7.20 skyldes hovedsakelig personbelastning i rommet. De høye verdiene forekommer stort sett om morgenen og om ettermiddagen/kvelden når rommet er i bruk. De høyeste toppene kan skyldes at det er flere personer tilstede. Høyeste målte CO₂-nivå i stue er 822,0 ppm.



Figur 7.20 Målte CO₂-verdier i stue uke 2

Grafen på Figur 7.21 viser CO₂-nivå målt i stue/kjøkken. CO₂-nivået i stue/kjøkken er tilnærmet lik den for stue. Dette skyldes at rommet ikke er inndelt med vegg, slik at luften beveger seg fra tilluft i stue til avtrekk ved stue/kjøkken. Verdiene er noe lavere for stue, dette kan forklares med at personene sannsynligvis oftere oppholder seg nær loggeren plassert ved stue/kjøkken. Den høyeste verdien for CO₂-nivå ble målt til 850,0 ppm i stue/kjøkken.

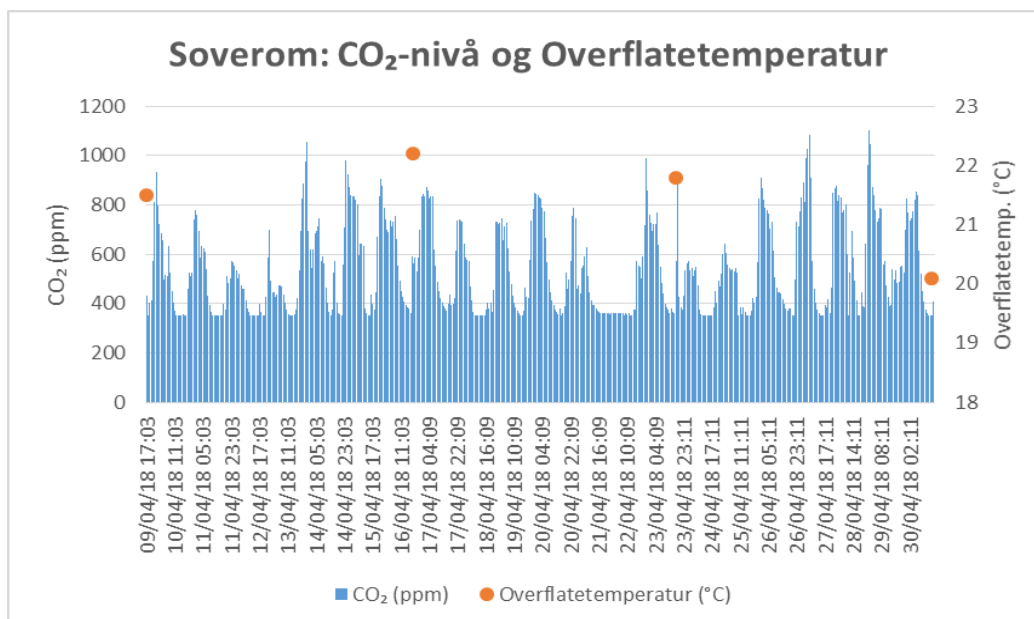


Figur 7.21 Målte CO₂-verdier i stue/kjøkken uke 2

7.2.4 CO₂-nivå og overflatetemperatur

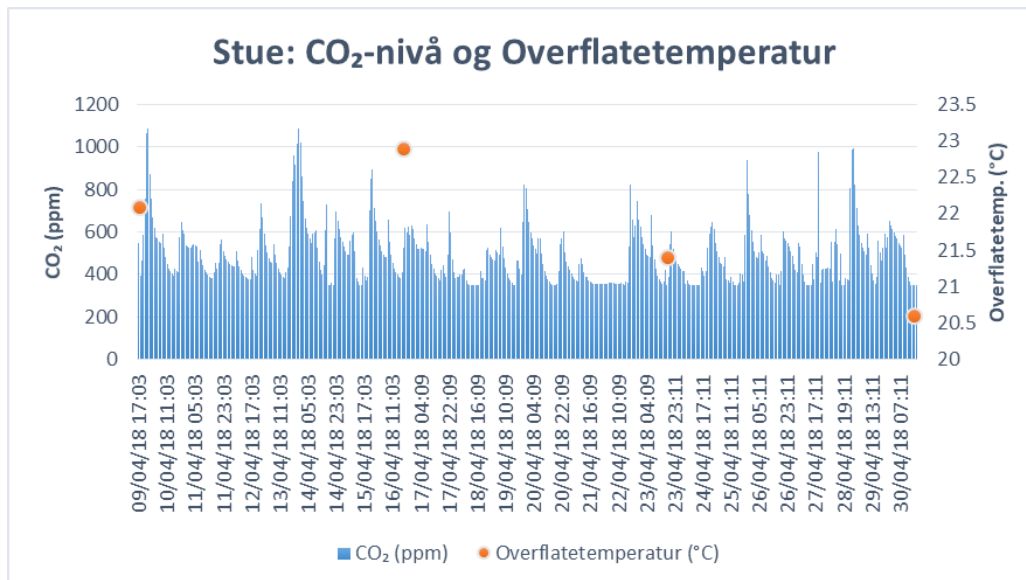
Sammenhengen mellom CO₂-nivå og overflatetemperatur målt med IR-termometer er vist for soverom og stue. Målte CO₂-nivåer er for alle tre ukene og overflatetemperaturen er ved målte tidspunkt som er henholdsvis 9. april, 16. april, 23. april og 30. april. CO₂-verdier over 1200 ppm fra uke 1 og 3 ble vurdert som avvik og ble derfor ikke inkludert i grafen for å gjøre den lettere å lese.

Figur 7.22 viser målinger for CO₂-nivå og overflatetemperatur på soverom. Grafen på Figur 7.22 indikerer at det er en sammenheng mellom målt overflatetemperatur og CO₂-nivå i rommet. Ved den laveste overflatetemperaturen på 20,1°C er CO₂-nivået 350,0 ppm. Ved den høyeste målte overflatetemperaturen på 22,2°C er CO₂-nivået målt til 565,0 ppm. En økning i overflatetemperatur gir også en økning i CO₂-nivå.



Figur 7.22 CO₂-nivå og overflatetemperatur på soverom

På Figur 7.23 kan man se sammenhengen mellom CO₂-nivå og overflatetemperatur i stue. Her viser grafen at ved høyeste målte overflatetemperatur på 22,9°C er CO₂-nivået 526,0 ppm. Ved laveste målte overflatetemperatur på 20,6°C er CO₂-nivået målt til 350,0 ppm. Dette tyder på at også her er det en sammenheng mellom målt CO₂-nivå og overflatetemperatur i rommet.

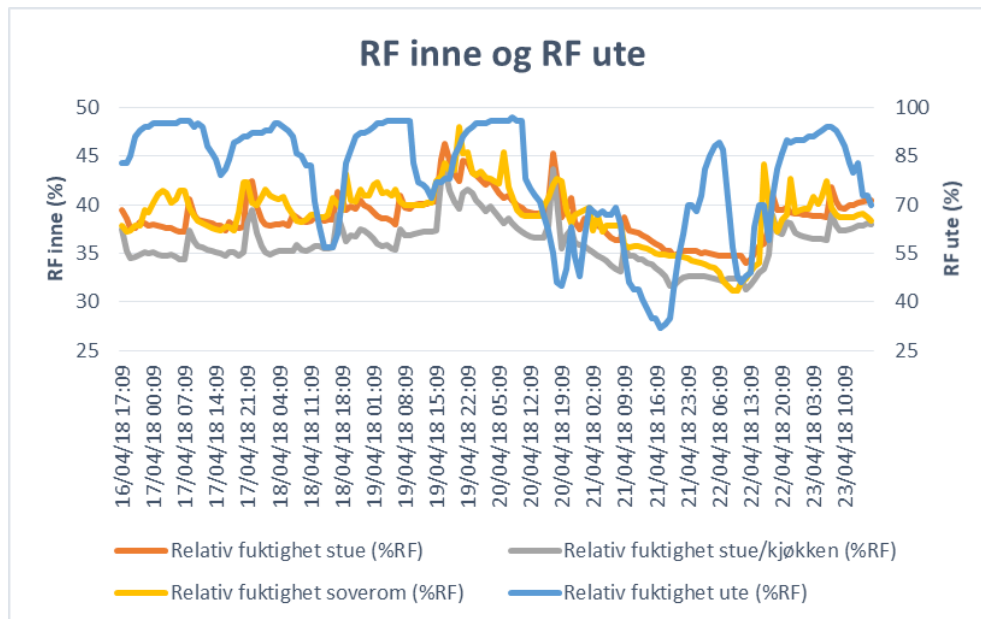


Figur 7.23 CO₂-nivå og overflatetemperatur i stue

7.2.5 Relativ luftfuktighet

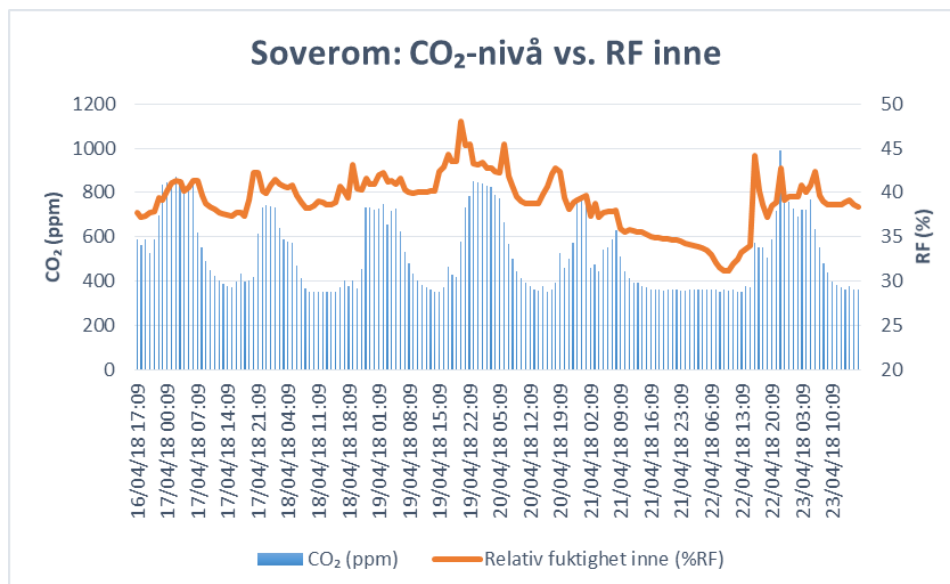
Det er sett på sammenhengen mellom relativ luftfuktighet inne på henholdsvis soverom, stue og stue/kjøkkenen, i tillegg til relativ luftfuktighet utendørs. Figur 7.24 viser forholdet mellom RF inne og RF ute.

Grafen på Figur 7.24 viser at det jevnt over er sammenheng mellom relativ fuktighet i de ulike rommene. RF er noe lavere i stue/kjøkkenen. Dette kan skyldes at denne loggeren er plassert nærmest avtrekksviften på kjøkkenet. Den relative fuktigheten på soverommet er lavest kl. 06:00 (31,2%), da er også den relative fuktigheten utendørs forholdsvis lav (46 %). På den høyeste toppen for RF inne er også RF ute høy (ca. 95 %). Dette tyder på at det er noe korrelasjon mellom RF inne og RF ute. Samtidig er det en økning i fuktighet på soverommet som antageligvis skyldes fuktighet fra dusjing og vaskemaskin på nærliggende bad. Derfor er denne litt høyere enn i stuen.



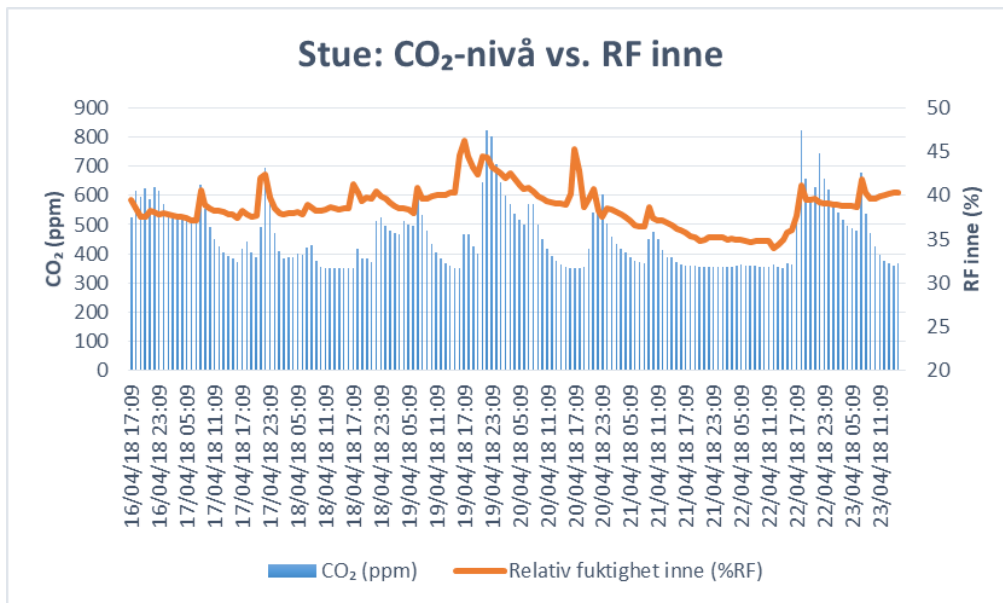
Figur 7.24 Relativ fuktighet inne og relativ fuktighet ute

Videre er det sett på sammenhengen mellom målte verdier for CO₂-nivå og RF innendørs. Dette er vist for soverom i Figur 7.25. Grafen viser en tydelig sammenheng mellom CO₂-nivå og RF på soverommet. Dette skyldes at mennesker avgir både fuktighet til omgivelsene samtidig som de puster ut CO₂. De høyeste toppene for RF ser ut til å forekomme noe før en økning i CO₂, dette kan tyde på at fuktighet på baderommet blir tilført før personer går inn på soverommet. Det kan også skyldes at loggeren raskere registrerer RF sammenlignet med CO₂.



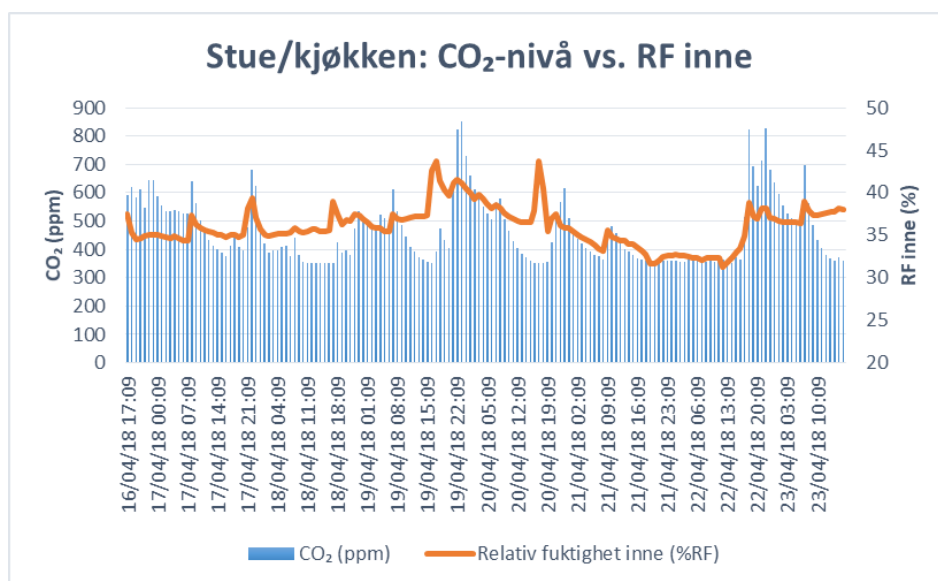
Figur 7.25 CO₂-nivå vs. RF inne på soverom

På Figur 7.26 kan man se samme graf for målte verdier i stue. Grafen på Figur 7.26 viser at ved høye CO₂-verdier er også RF inne forholdsvis høy. Ved CO₂-nivå på 803 ppm er RF 43,3%. Toppen for RF inne er målt like før høyeste CO₂-nivå. Dette kan tyde på at ved høye verdier for CO₂, bruker loggeren litt lengre tid på å registrere dette sammenlignet med RF.



Figur 7.26 CO₂-nivå vs. RF inne i stue

Figur 7.27 viser CO₂-nivå og relativ fuktighet innendørs for stue/kjøkken. Grafen har mange likheter med grafen for stue. Også her er det lav relativ fuktighet når CO₂-nivået er lavt. Dette skyldes antageligvis at det ikke er personer i rommet. Økning i RF uten at det er økning i CO₂ kan være grunnet andre kilder til fuktighet som matlaging og oppvask.



Figur 7.27 CO₂-nivå vs. RF inne i stue/kjøkken

7.2.6 Lufthastighet

Målingene av lufthastighet viste seg å være vanskelig å gjennomføre ved tilluftsventil. Dette skyldes svært ustabile verdier som varierte mellom 0,14 m/s og 0,43 m/s. Dette gjorde det vanskelig å konkludere med en konstant lufthastighet.

Systematiske feil som skyldes feil på måleinstrument eller ukorrekt utføring av målinger av operatør kan være årsak til uberegnelige resultater. For bedre resultater kunne målingen blitt utført direkte i ventilasjonskanal, men dette ble det dessverre ikke mulighet til.

7.3 Resultat fra spørreundersøkelse

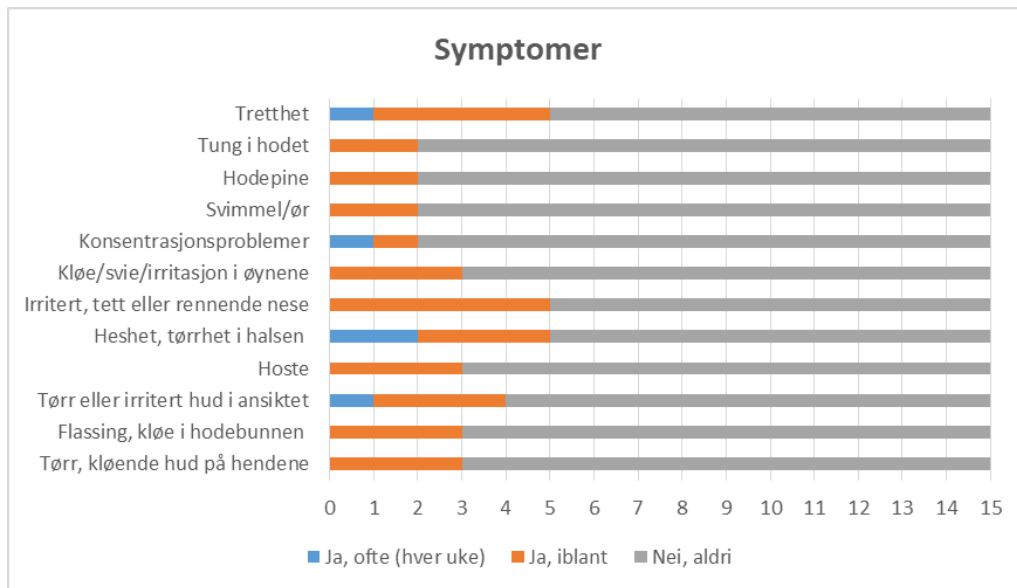
Antall respondenter fra spørreundersøkelsen er 15 stk. Med antagelsen om at det var ett svar per leilighet og det totalt er 35 leiligheter i bygningen utgjør det en svarprosent på 42,8 %. En svarprosent på under 50 % kan redusere validiteten på undersøkelsen. Dette fordi lav svarprosent truer generaliserbarheten. Det vil si at det ikke kan antas at resultatene gjelder for alle beboerne i bygningen. Likevel kan svarene fra denne undersøkelsen gi en indikasjon på hvordan en andel av bygningens beboere opplever inn klimaet.

Av 15 respondenter er det 8 menn og 7 kvinner. Undersøkelsen viser at menn og kvinner har mange av de samme symptomene. Kvinner er noe mer plaget med tørr/irritert hud på hender, mens menn er mer plaget med hoste og konsentrasjonsproblemer. Det er noen flere kvinner som er plaget med tørr luft, støv og smuss, mens det er flere menn som svarer at de er plaget med statisk elektrisitet og at det er for kaldt.

12 av 15 er over 65 år, dette utgjør 80 % av respondentene. I tillegg bor 14 av 15 i en leilighet bestående av 2 soverom. 40 % bor i 1. etasje, 40 % i 2. etasje og resterende 20% bor i 3. etasje. Videre ble prosentandel for luftmengde, temperatur og vinduslufting registrert:

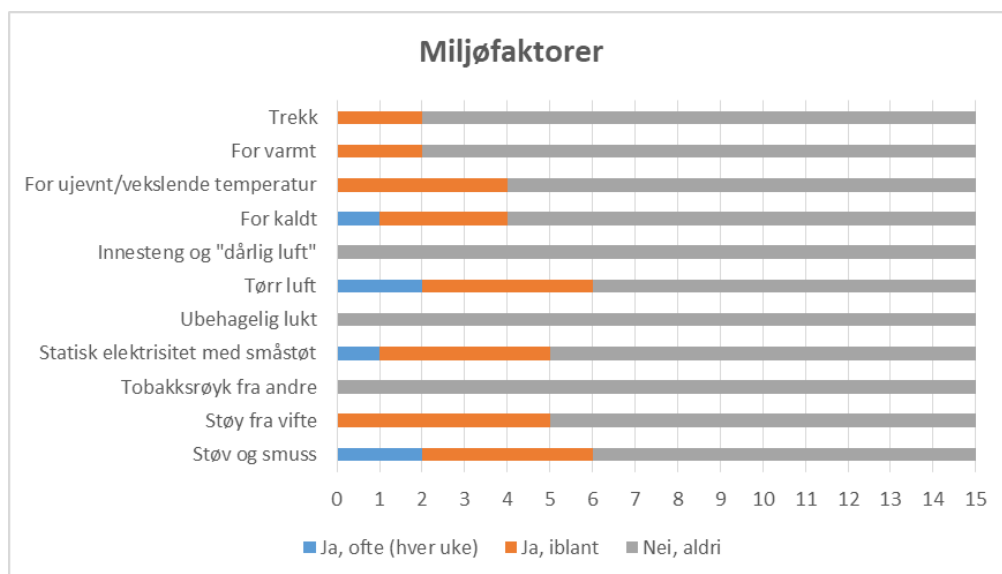
- **Luftmengde:** 73,3 % har luftmengde/lufthastighet på Normal. Resterende 26,7 % Vet ikke hvilken luftmengde de har på.
- **Temperaturer:** 26,7 % har temperatur på 16-20°C. 46,7 % har temperatur på 21-25°C. Resterende 26,7 % har svart vet ikke.
- **Vindu vår/sommer:** 40 % har soveromsvinduet åpent noen timer om våren/sommeren, mens 40 % har vinduet åpent hele natten. 13,3 % har vinduet åpent hele døgnet. En har ikke svart.
- **Vindu vinter:** 53,3 % har vinduet åpent noen timer, 33,3 % har det åpent hele natten og 6,7 % har det åpent hele døgnet. 6,7 % har det ikke åpent i det hele tatt.

På spørsmål om opplevde symptomer i leiligheten ble følgende resultater funnet, se Figur 7.28. Av figuren kan man se hvor stor andel av respondentene som opplevde ulike symptomer. 3 personer har svart at de ofte kjenner på «tretthet», «konsentrasjonsproblemer» eller «tørr eller irritert hud i ansiktet». 2 personer har svart at de ofte opplever «heshet/tørrhet i halsen». Det er likevel en størst andel av respondentene som ikke har noen av symptomene oppgitt.



Figur 7.28 Resultater fra spørreundersøkelse: Symptomer

I tillegg til symptomer, ble det også stilt spørsmål om miljøfaktorer/plager i leiligheten. Svarene er vist i Figur 7.29. Figuren viser at «tørr luft» og «støv og smuss» er de faktorene flest beboere opplever. «Støy fra vifte» og «statisk elektrisitet med småstøt» oppleves iblant eller ofte for 5 personer, men også her er det en størst andel av respondentene som ikke opplever noen av de oppgitte plagene i leiligheten.



Figur 7.29 Resultater fra spørreundersøkelse: Miljøfaktorer

Videre er det regnet ut prosentandel av respondentene som har svart «ja, ofte» og «ja, iblant» på henholdsvis symptomer og miljøfaktorer. Tabell 7.9 viser resultatene for symptomer. Tabellen indikerer at symptomene «heshet/tørrhet i halsen» og «irritert, tett eller rennende nese» forekommer blant flest antall beboere når man legger sammen kolonnene «Ja, ofte» og «Ja, iblant». De minst vanlige symptomene er tung i hodet, hodepine og svimmel/ør.

Symptom	Prosent (ja, ofte)	Prosent (ja, iblant)
Tretthet	6,7%	26,7%
Tung i hodet	0,0%	13,3%
Hodepine	0,0%	13,3%
Svimmel/ør	0,0%	13,3%
Konsentrasjonsproblemer	6,7%	6,7%
Kløe/svie/irritasjon i øynene	0,0%	20,0%
Irritert, tett eller rennende nese	0,0%	33,3%
Heshet, tørrhet i halsen	13,3%	20,0%
Hoste	0,0%	20,0%
Tørr eller irritert hud i ansiktet	6,7%	20,0%
Flassing, kløe i hodebunnen	0,0%	20,0%
Tørr, kløende hud på hendene	0,0%	20,0%

Tabell 7.9 Prosentandel symptomer

Prosentandel for miljøfaktorer er vist i Tabell 7.10. Tabellen viser at miljøfaktorene «tørr luft» og «støv og smuss» er de som forekommer oftest og blant en størst andel av beboerne. Statisk elektrisitet med småstøt har også en relativt høy prosentandel og støy fra vifte forekommer iblant for 33,3 % av respondentene. Miljøfaktorene tobakksrøyk fra andre, innestengt og «dårlig luft» og ubehagelig lukt har ingen av respondentene oppgitt at de er plaget med.

Miljøfaktor	Prosent (ja, ofte)	Prosent (ja, iblant)
Trekk	0,0 %	13,3 %
For varmt	0,0 %	13,3 %
For ujevnt/vekslende temperatur	0,0 %	26,7 %
For kaldt	6,7 %	20,0 %
Innesteng og "dårlig luft"	0,0 %	0,0 %
Tørr luft	13,3 %	26,7 %
Ubehagelig lukt	0,0 %	0,0 %
Statisk elektrisitet med småstøt	6,7 %	26,7 %
Tobakksrøyk fra andre	0,0 %	0,0 %
Støy fra vifte	0,0 %	33,3 %
Støv og smuss	13,3 %	26,7 %

Tabell 7.10 Prosentandel miljøfaktorer

På 5 av 6 respondenter vises det en sammenheng mellom «tørr luft» og symptomer som tørr eller irritert hud på ansikt og hender, heshet/tørrhet i halsen, tung i hodet og kløe/svie/irritasjon i øynene. 3 av disse 6 respondentene har i tillegg svart «vet ikke» på luftmengde og temperatur på ventilasjonsmengde. Dette tyder på at «tørr luft» muligens kan bli forbedret ved å regulere ventilasjonsmengden eller tilluftstemperaturen.

I undersøkelsen var det totalt 4 personer som svarte «vet ikke» på ventilasjonsmengde/luftshastighet og 4 personer som svarte «vet ikke» på temperatur på ventilasjonsanlegget. Noen av disse har svart «vet ikke» på begge deler. Resultatene viser at det kan være en sammenheng mellom dette og oppgitte plager. 3 av disse personene er plaget med «tørr luft» og «støv og smuss». I tillegg oppgir én person som har svart «vet ikke» på temperatur på ventilasjonsanlegget at det ofte er for kaldt. En annen som

har svart «vet ikke» på samme spørsmål opplever at det er for varmt og for ujevn/vekslende temperatur.

Videre ble det funnet at ulik plassering i bygningen ga ulike svar på spørreundersøkelsen. Av de som svarte bor 6 personer i 1. etasje, 6 personer i 2. etasje og 3 personer i 3. etasje. Av de 3 personene som bor i 3. etasje har alle noen av symptomene som er listet. Prosentandelen er en god del høyere da det er færre personer sammenlignet med 1. etasje og 2. etasje. På miljøfaktorer er det 100 % som oppgir at det er «tørr luft» i 3. etasje, i 2. etasje er prosentandelen 33,3 %, mens i 1. etasje er prosentandelen 16,7 %. Dette tyder på at luften muligens er bedre jo lavere ned i bygningen man bor. Det er likevel stor usikkerhet i svarene, grunnet få respondenter i 3. etasje. For å undersøke relasjonen mellom etasje og symptomer og miljøfaktorer ble p-verdi beregnet. P-verdien angir usikkerheten knyttet til konklusjonen, som er at beboere i 3. etasje har flere symptomer og er mer plaget med miljøfaktorer. I den statistiske analysen ble svaralternativene «ja, ofte» og «ja, iblant» gitt verdien 1, mens «nei, aldri» hadde verdien 0. En oversikt over hvor høy prosentandel som opplever symptomene generelt og hvor høy prosentandel som opplever det i 3. etasje er vist i Tabell 7.11.

	Symptomer	3. etasje
Tretthet	33,3%	66,7%
Tung i hodet	13,3%	66,7%
Hodepine	13,3%	33,3%
Svimmel/ør	13,3%	66,7%
Konsentrasjonsproblemer	13,3%	33,3%
Kløe/svie/irritasjon i øynene	20,0%	0,0%
Irritert, tett eller rennende nese	33,3%	66,7%
Heshet, tørrhet i halsen	33,3%	66,7%
Hoste	20,0%	66,7%
Tørr eller irritert hud i ansiktet	26,7%	33,3%
Flassing, kløe i hodebunnen	20,0%	66,7%
Tørr, kløende hud på hendene	20,0%	66,7%

Tabell 7.11 Forhold mellom symptomer og etasje

Signifikansnivå α er den på forhånd godkjente usikkerheten. Det ble valgt signifikansnivå $\alpha = 0,05$. Beregninger i Excel ga en p-verdi på 0,431. Dette er høyere enn den på forhånd godkjente usikkerheten ($p > 0,05$), som vil si at det ikke kan dras en konklusjon om at det er en sammenheng mellom symptomer og at man bor i 3. etasje. Tabell 7.12 viser forholdet mellom angitte miljøfaktorer generelt og angitte miljøfaktorer i 3. etasje.

	Miljøfaktorer	3. etasje
Trekk	13,3%	33,3%
For varmt	13,3%	0,0%
For ujevnt/vekslende temperatur	26,7%	33,3%
For kaldt	26,7%	0,0%
Innesteng og "dårlig luft"	0,0%	0,0%
Tørr luft	40,0%	100,0%
Ubehagelig lukt	0,0%	0,0%
Statisk elektrisitet med småstøt	33,3%	66,7%
Tobakksrøyk fra andre	0,0%	0,0%
Støy fra vifte	33,3%	33,3%
Støv og smuss	40,0%	33,3%

Tabell 7.12 Forholdet mellom miljøfaktor og etasje

Beregningen på miljøfaktorer ga en p-verdi på 0,01. P-verdien er lavere enn α ($p < 0,05$), som vil si at man kan si med 95 % sikkerhet at det er en korrelasjon mellom angitte miljøfaktorer og at man bor i 3. etasje.

8 Diskusjon

8.1 Simuleringer og resultat

8.1.1 Lufttemperatur og operativ temperatur:

Resultatene fra hybrid ventilasjon angir at operativ temperatur overstiger 27°C i verste sone 0 % av tiden. Av grafen som viser operativ temperatur 16. juli ser man likevel at den høyeste operative temperaturen er 27,57°C. Det er mulig at dersom denne temperaturen kun er noen få timer én dag vil det utgjøre en så liten andel av den totale tiden at det regnes som 0 % i programmet.

Variasjonene i lufttemperatur og operativ temperatur er påvirket av personbelastning i sonene. Denne er forskjellig for de to systemene, hvor balansert ventilasjon har personer «alltid tilstede» og hybrid ventilasjon har tilstedeværelse angitt som «house living». De høyeste verdiene for operativ temperatur når det er personer tilstede i begge tilfeller, kan likevel sammenlignes. Da fremkommer det at balansert ventilasjon har høyere maksimalverdier på operativ temperatur om sommeren med verdier over 30°C. Lavere operativ temperatur om sommeren for hybrid ventilasjon kan tyde på at lufting med vinduer bidrar til å redusere de høye temperaturene. Det er angitt i kapittel 3.1.1. at operativ temperatur over 26°C kan aksepteres over en begrenset periode med høye utetemperaturer om sommeren. Dette gjelder spesielt i boliger hvor brukerpåvirkningen er høy. I simuleringen er det fast angitt bekledning og aktivitetsnivå, samtidig som vinduene er lukket hele tiden. I virkeligheten vil brukeren kunne påvirke den termiske komforten ved å regulere disse faktorene og dermed redusere den operative temperaturen. Samtidig kan resultatene fra balansert ventilasjon indikere at passive tiltak for å redusere temperaturer (svalgang, balkong, fasadeutspring) i seg selv ikke er nok for å unngå overtemperatur om sommeren.

Også ved hybrid ventilasjon vil brukeren kunne regulere bekledning og aktivitetsnivå hvis det blir for varmt eller kaldt, men vinduene er automatisk regulert. Det kan diskuteres om dette gjør at toleransen for høye temperaturer er lavere. Det er naturlig å anta at de fleste selv ønsker å ha kontroll for åpning av vinduer og regulere dette etter behov. Samtidig vil kontrollstyrt åpning av vinduer sannsynligvis føre til at vinduene åpnes før det oppstår termisk ubehag eller «dårlig luft». Dette kan bidra til jevnere verdier ved tilstedeværelse.

8.1.2 PPD og PMV

Resultatene for PPD og PMV viser at det er noe høyere prosentandel misfornøyde ved balansert ventilasjon om vinteren, ca. 9 %, sammenlignet med hybrid ventilasjon som er ca. 7 %. Det er normalt å sikte mot forhold slik at det er 10 % PPD. I begge tilfeller er verdiene innenfor hva som er anbefalt. PMV-indeksen ligger også innenfor det som er normalt å anbefale, som er mellom -0,5 og +0,5.

Om sommeren er det større forskjeller mellom de to ventilasjonssystemene. Her er PPD opp mot 65 % på det høyeste for balansert ventilasjon og ca. 22 % for hybrid ventilasjon. Dette gir verdier som er betydelig over det som normalt er anbefalt, spesielt ved balansert ventilasjon. Også PMV er over anbefalte grenser med indeks på ca. 1,8 for balansert ventilasjon, som angir at det er på grensen til «for varmt» i henhold til Tabell 3.2 i kapittel 3.1.1. PMV-indeksen for hybrid ventilasjon er ca. 0,9 på det høyeste, som angir at det er «litt for varmt». PPD og PMV tar utgangspunkt i varmebalansen for kroppen som helhet og derfor må lokal nedkjøling eller oppvarming også tas i betraktning for den termiske komforten. Dette gjelder spesielt på grunn av det lave aktivitetsnivået personene har.

Siden PPD og PMV beregnes med gitt bekledning og aktivitetsnivå i IDA ICE vil disse verdiene, i realiteten kunne reduseres dersom for eksempel den gitte bekledning var lavere om sommeren enn resten av året. Samtidig er det viktig å ta hensyn til at mennesker har ulike preferanse når det gjelder termisk komfort og det vil ikke være mulig å ha et klima som tilfredsstillende alle. Det er derfor slik at selv med PMV-indeks på 0, vil det sannsynligvis være en PPD på 5 %, i henhold til Figur 3.2 i kapittel 3.1.1.

8.1.3 CO₂-nivå og RF

Både CO₂-nivå og RF er høyere for hybrid ventilasjon enn balansert ventilasjon om vinteren og sommeren. Høyt CO₂-nivå, spesielt på soverom om vinteren, kan skyldes at kontrollsystemet blir overstyrt med at det blir for kaldt om natten og dermed åpnes ikke vinduene når verdiene overstiger 1000 ppm. Her burde muligens luftmengden på avtrekksviften økt mer for å redusere CO₂-nivået. En annen forklaring kan være at det ikke er tilluftsvifte som tilfører frisk luft når det ikke er mulighet for å åpne vinduene. De lave temperaturene om vinteren gjør at vinduene ikke kan åpnes. Det kan derfor diskuteres om avtrekksviften sørger for tilstrekkelig luftkvalitet i perioder hvor det er for kaldt til å luften. Dersom det er nødvendig å øke ventilasjonsmengden for å oppnå tilfredsstillende luftkvalitet, vil dette også bidra til økt energiforbruk. Det høyeste CO₂-nivået på 1370,5 ppm blir klassifisert som «lav luftkvalitet» i henhold til Tabell 3.6 i kapittel 3.1.2. Høyeste CO₂-nivå ved balansert ventilasjon på 800,5 ppm klassifiseres som «Medium luftkvalitet». Høye verdier på soverom sammenlignet med stue/kjøkken skyldes antageligvis at luftvolumet i rommet er mindre og dermed blir konsentrasjonen av CO₂ i volum høyere. De høyeste verdiene er over en begrenset periode og mesteparten av tiden er CO₂-nivået i leiligheten ifølge simuleringen klassifisert som «Medium luftkvalitet» eller «Høy luftkvalitet» både for hybrid ventilasjon og balansert ventilasjon. God luftkvalitet ved hybrid ventilasjon forutsetter likevel at uteluften er av god kvalitet eller at den filtreres før den tilføres rommet. Dersom ikke uteluften har god kvalitet, vil åpning av vinduer kunne bidra til redusert luftkvalitet i inneluften.

Relativ luftfuktighet (RF) varierer mellom ca. 14 % og 46 % for balansert ventilasjon, hvor de laveste verdiene forekommer om vinteren. For hybrid ventilasjon varierer RF mellom ca. 14 % og 52 %. For komfort er RF anbefalt å ligge mellom 20% og 60 %. Dette gir at ifølge simuleringen er den relative fuktigheten litt for lav om vinteren. Dette kan føre til plager som tørre øyne og luftveier, hoste og tørr hud. I tillegg kan det øke risikoen for allergiske reaksjoner. Høyere verdier på RF for hybrid ventilasjon kan tyde på høyere risiko for kondens og fuktskader i konstruksjonen.

8.1.4 Beregnet energibruk

Fra simuleringen fremkommer det at hybrid ventilasjon har betydelig lavere energibruk gjennom året enn balansert ventilasjon (henholdsvis 39,7 kWh/m² og 67,6 kWh/m²). Begge systemene oppfyller kravet til totalt netto energibehov som er at de ikke skal overstige 95 kWh/m². Netto energibehov tar ikke hensyn til virkningsgraden i energisystemet. I simuleringen i IDA ICE er denne virkningsgraden inkludert. Virkningsgraden på 78 % for balansert ventilasjon gir trolig lavt tap i virkningsgrad, noe som innebærer at netto energibehov og levert energi sannsynligvis vil være tilnærmet lik. Lavere energibruk til HVAC ved hybrid ventilasjon skyldes hovedsakelig at det kun er avtrekksvifte, hvor balansert ventilasjon har både avtrekksvifte og tilluftsvifte. I tillegg er ventilasjonen ved balansert ventilasjon konstant (CAV), mens ventilasjonen ved hybrid ventilasjon har variable luftmengder (VAV) og bruker

kun maksimal luftmengde ved gitte forhold. Det kan derfor sies at et VAV-system er mer energieffektivt enn et CAV-system.

Det er høyere energibruk til oppvarming ved balansert ventilasjon sammenlignet med hybrid ventilasjon. Det er usikkert hvorfor det er slik i dette tilfellet, men det er noen mulige forklaringer. En forklaring er at et CAV-system bidrar til høyere energibruk til oppvarming. Konstant luftvolum kan gi høyere varmetap i konstruksjonen fordi luftmengden ikke reguleres etter temperatur i rommet. Dette kan føre til at det trengs mer energi for å varme opp leiligheten. Det kan også være vanskeligere å redusere overtemperatur ved CAV fordi luftmengden ikke automatisk øker ved for høye temperaturer.

Ulik personbelastning i hybrid ventilasjon sammenlignet med balansert ventilasjon har også påvirkning på energibruken. Dette fordi ved VAV-systemet til hybrid ventilasjon har viftene lav luftmengde når det ikke er personer tilstede. Dersom personbelastningen var satt til «24 timer» slik som for balansert ventilasjon vil det sannsynligvis føre til noe høyere energibruk til HVAC. Det er også fare for lave og /eller ustabile luftmengder ved hybrid ventilasjon. I noen tilfeller kan luftstrømmen gå en annen vei enn det som var intensjonen.

Det er viktig å ta forbehold om at det kan forekomme avvik mellom den beregnede energibruken og den faktiske energibruken i leiligheten. Dette er avhengig av bruksmønsteret til beboerne og for å sammenligne de to ventilasjonssystemene er faktiske målinger muligens mer presise. Da kan man se i Case-studiet fra Vessøya forklart i kapittel 3.3 at det ble målt lavere energibruk ved hybrid ventilasjon sammenlignet med mekanisk ventilasjon. Selv om det her ble brukt en annen ventilasjonsstrategi kan det indikere at hybrid ventilasjon er mer energieffektivt enn mekanisk ventilasjon.

8.2 Målinger og resultat

8.2.1 Lufttemperatur og operativ temperatur

Det er anbefalt at lufttemperatur ikke overstiger 22°C ved oppvarmingsbehov. På soverommet er den gjennomsnittlige temperaturen på 21,7°C, som er innenfor anbefalt grense. På målingspunktene i stue og stue/kjøkken er den gjennomsnittlige temperaturen på henholdsvis 23,15°C og 23,19°C, noe som vil si at de overskrider anbefalt verdi. Høyeste målte temperatur er i stue på 24,8°C. På dette tidspunktet var det 12,7°C ute, men det hadde vært opp mot 22,2°C på det høyeste samme kvelden. Dette kan være årsaken til den høye innetemperaturen i stuen. Det er også her solen står på om kvelden og det er store vindusflater inn mot stuen. Soverom og stue/kjøkken hadde også sin høyeste temperatur den samme kvelden. Selv om temperaturen i stue og kjøkken overstiger anbefalte verdier er termisk komfort avhengig av både aktivitetsnivå og beklødding på personene i rommet. Det er også mulighet for individuelle reguleringer ved å åpne vinduer og dører for gjennomlufting.

Den operative temperaturen bør ikke overskride 26°C. Ifølge beregningene er den høyeste operative temperaturen 21,95°C på soverommet og 22,98°C i stue/kjøkken. Dette er basert på målinger gjort i april, det vil derfor være mulighet for overskridelse i de varmeste månedene om sommeren men dette er uvisst. Dersom dette skjer skal det kunne aksepteres over en begrenset periode i de varmeste sommermånedene. Det er kun gjort målinger på overflatetemperatur til massivtre. Overflatetemperatur på eksempelvis vinduer og dører kan være lavere eller høyere og dermed påvirke den operative temperaturen i rommet. De beregnede verdiene på operativ temperatur indikerer

likevel at massivtre kan bidra til en jevn temperatur i rommet ved at overflatetemperaturen i stor grad samsvarer med lufttemperaturen i rommet.

8.2.2 CO₂-nivå

De gjennomsnittlige verdiene for CO₂ på alle tre målepunktene soverom, stue og kjøkken/stue tilfredsstillende anbefalte verdier. Målinger fra uke 2 viser at høyeste CO₂-nivå er målt på soverommet. Dette er medberegnet at logger nr. 3 ifølge kalibreringen viser lavere verdier for CO₂ enn de to andre loggerne. Det vil si at forskjellen er større enn målingene viser. Det kan skyldes at rommet har mindre luftvolum enn stue og kjøkken. Det gjennomsnittlige CO₂-nivået på 521,7 ppm tyder likevel på at det jevnt over er god luftkvalitet på soverommet. Lavere CO₂-nivå i stue sammenlignet med stue/kjøkken kan skyldes plasseringen av tilluftsventilen. Den er plassert nærmere loggeren i stue slik at frisk luft blir tilført denne delen av rommet først. I henhold til Tabell 3.6 er gjennomsnittlige CO₂-nivåer klassifisert som «høy luftkvalitet» i alle målte rom. Dette tyder på at ventilasjonsmengden er tilstrekkelig for den personbelastningen som er i leiligheten. Det kan være en mulig forklaring at massivtre bidrar til jevnere CO₂-nivå ved å absorbere og avgir luften i rommet. Dersom beboerne er bevisst på å øke ventilasjonsmengden når det er flere personer i rommet, vil det kunne bidra til å opprettholde god luftkvalitet i leiligheten.

Sammenhengen mellom CO₂-nivå og overflatetemperatur viser at ved lave CO₂-verdier er også overflatetemperaturen relativt lav. Dette tyder på at massivtre sin høye varmekapasitet bidrar til å utjevne temperaturene i takt med omgivelsene. Ved høyere CO₂-nivåer, når det er personer tilstede, vil overflaten på massivtre kunne absorbere varmen, mens ved lavere CO₂-verdier kan materialet avgir varme. Dette vil kunne bidra positivt til innklimaet og bidra til en jevnere temperatur gjennom døgnet.

8.2.3 Relativ fuktighet (RF)

Den relative fuktigheten er anbefalt å ligge mellom 20% og 60 %, men ikke overskride 40 % i vintermånedene og 70 % i de varmeste sommermånedene. Gjennomsnittlig RF er under 40% ved alle målingspunktene og tilfredsstillende dermed anbefalte verdier. Høyeste relativ fuktighet ble målt på soverommet til 48 %. Dette kan skyldes at det er tilknyttet badrom med dusj og vaskemaskin. Dersom døren til badrommet står åpen, vil det kunne bidra til økt fuktighet på soverommet. Laveste RF ble også målt på soverommet, med en verdi på 31,2 %. Høyeste og laveste verdier viser at RF ligger innenfor anbefalte grenser (20-60 %) og at variasjonene har liten påvirkning på følelsen av komfort. Lite variasjoner i RF kan også tyde på at massivtre absorberer og avgir fuktigheten i luften i takt med omgivelsene.

Målingene gjort på CO₂, lufttemperatur, relativ fuktighet og overflatetemperatur viser at leiligheten i stor grad tilfredsstillende kravene til innklima. Siden dette er en bolig med liten personbelastning i forhold til bruksareal er det naturlig å anta at det har medvirkning til resultatet.

8.3 Spørreundersøkelse og resultat

Det ble funnet at noen av beboerne ikke visste hvordan aggregatet fungerte og at man kunne regulere luftmengde og temperatur etter behov. Undersøkelsen viser at det er en sammenheng mellom plager relatert til temperatur og vissheten om at hva temperaturen på ventilasjonsanlegget er. De som svarte «vet ikke» på spørsmålet om hva temperaturen på luften vanligvis er innstilt på, svarte også at de var plaget med at det var enten for kaldt, for varmt eller for ujevn (vekslende) temperatur. Dette kan tyde på redusert termisk komfort grunnet begrenset kunnskap om ventilasjonsanlegget.

De visste sannsynligvis heller ikke hvordan aggregatet skulle vedlikeholdes. utfordringen med individuelt balansert ventilasjonsanlegg som er i Skonnertveien Hageby er at det krever riktig vedlikehold. Dette forutsetter en innsats av beboere ved for eksempel skifte av filter. Det kan være vanskelig å tilpasse systemet etter beboernes kompetanse, kanskje spesielt siden en del av dem er pensjonister. Dette er viktige faktorer for at ventilasjonssystemet skal fungere optimalt og bidra til godt inneklima. Den termiske komforten og luftkvaliteten kan derfor ha blitt vurdert som dårlig, selv om den kunne blitt forbedret av brukeren. Samtidig er det andre faktorer enn ventilasjonssystemet som kan bidra til dårligere inneklima. Dette påvirkes også av beboernes daglige bruk, innredning, rengjøring og generell vedlikehold av leiligheten.

En annen utfordring med individuelt balansert ventilasjonsanlegg er at aggregatet kan føre til støy og/eller vibrasjoner. Dette ble funnet i undersøkelsen at det er flere som er plaget med. Dette kan føre til at noen har luftmengden på lavere nivå enn behovet tilsier for å redusere støy fra aggregatet.

Selv om det kommer fram i resultatet at man si med 95 % sikkerhet at det er en sammenheng mellom opplevde miljøfaktorer og at man bor i 3. etasje, gjelder dette en svært begrenset andel av de som bor i 3. etasje generelt. Man kan si at det er en sammenheng mellom miljøfaktorer og de som bor i 3. etasje som har svart på undersøkelsen. Det kan være flere årsaker til at de oppgir at de er mer plaget med for eksempel «tørr luft». Redusert luftkvalitet kan nemlig skyldes andre årsaker enn ventilasjonssystemet. Antall personer, møblering og aktivitet avgjør hvor mye inneluften blir forurenset. Kjemikalier som emitteres fra innredning, tekstiler er viktige faktorer. Dette kan variere fra leilighet til leilighet. Også kjemikalier fra parfyme, kosmetikk og vaskemidler kan bidra til redusert luftkvalitet og «tørr luft».

8.4 Sammenligning av metoder

De tre metodene som er brukt i denne oppgaven er ulike og kan ikke direkte sammenlignes. Noen hensyn er viktig å ta i analysen av resultatene. Videre er derfor noen styrker og svakheter med de tre metodene diskutert.

Simulering i IDA ICE tar ikke hensyn til nærliggende bad på soverommet. Dette fordi badet er simulert som en egen lukket sone. Personene er også plassert konstant i hver sin sone, henholdsvis stue/kjøkken og soverom hvor de ikke beveger seg mellom de ulike rommene. Det er også fastgitte verdier på bekledding og aktivitetsnivå. I målingene er personbelastningen og brukermønsteret dynamisk. De styrer selv når de vil åpne/lukke vinduer og dører, i tillegg til å regulere bekleddingen. Innvendig solskjerming ved hjelp av plisségardiner er heller ikke inkludert i simuleringen i IDA ICE. Målingene sier dermed mer om faktiske verdier på CO₂, RF og temperatur. Det er derfor disse som er vektlagt i vurdering om massivtre kan bidra positivt til inneklimaet. Selv om materialet er lagt inn i IDA

ICE er det vanskelig å se hvordan dette påvirker resultatet i simuleringen siden det ikke er sammenlignet med et annet materiale.

Samtidig kan simuleringen gi en indikasjon på hvordan verdiene varierer gjennom året, mens målingene kun er utført noen uker i april. Det er derfor uvisst hvordan disse målingene vil endre seg gjennom året, spesielt i de varmeste sommermånedene. I tillegg er det kun simulering som angir beregnet energibruk, det er ikke utført noen faktiske målinger på dette.

Spørreundersøkelsen kan bidra til å underbygge resultatet gitt fra simulering og målinger, men kan ikke alene si noe konkret om inneklimate. Samtidig er menneskelig opplevelse av inneklimate viktig fordi mennesker har ulike preferanser hva angår termisk komfort. Målinger i seg selv vil ikke kunne si om forholdene er komfortable for beboerne.

9 Konklusjon

Fra simulering i IDA ICE ble det funnet at ved å erstatte balansert ventilasjon med hybrid ventilasjon i leiligheten i massivtre reduseres energibruken fra 67,6 kWh/m² til 39,7 kWh/m². Resultatene viser også at høyeste operativ temperatur synker fra 30,6°C til 27,6°C ved å erstatte balansert ventilasjon med hybrid ventilasjon. Samtidig er det vist at hybrid ventilasjon har høyere konsentrasjon av CO₂, med verdier opp mot 1370,5 ppm. Dette gjelder spesielt om vinteren når det er lave temperaturer utendørs. Dette tyder på at for å oppnå tilfredsstillende luftkvalitet bør ventilasjonsmengden i viftene økes. Dette igjen bidrar til økt energibruk for hybrid ventilasjon. Høyeste relativ fuktighet er også noe høyere for hybrid ventilasjon sammenlignet med balansert ventilasjon.

Av målinger kommer det frem at det termiske og atmosfæriske klimaet i Skonnertveien Hageby i høy grad er tilfredsstillende. Lufttemperatur og operativ temperatur samsvarer i stor grad og det var små svingninger gjennom måleperioden. Mye tyder på at massivtre bidrar til å jevne temperaturer ved å absorbere og avgi varme etter behov. Ved lave CO₂-verdier er også overflatetemperaturen relativt lav. Dette tyder på at massivtre sin høye varmekapasitet kan bidra til å utjevne temperaturene i takt med omgivelsene. De målte verdiene for temperatur, RF og CO₂ tilfredsstiller kravene til inneklimate og det kan derfor sies at massivtre, hovedsakelig ved hjelp av sin høye varmekapasitet, kan ha en positivt påvirkning på termisk komfort, relativ fuktighet og luftkvalitet. Det er likevel noe usikkerhet knyttet til dette, da det ikke gjort noen direkte sammenligner med et annet materiale.

I spørreundersøkelsen ble det funnet at de fleste beboerne er tilfreds med inneklimate i leiligheten sin og opplever få av symptomene som kan oppstå ved dårlig inneklimate. Samtidig ble det funnet at en relativt høy andel av respondentene har lite kunnskap om ventilasjonsanlegget og hvordan det fungerer. Riktig vedlikehold og kompetanse om systemet er viktige faktorer for at ventilasjonssystemet skal fungere optimalt og bidra til godt inneklimate. Den termiske komforten og luftkvaliteten kan derfor ha blitt vurdert som dårlig, selv om den kunne blitt forbedret av brukeren.

Basert på resultatene i denne rapporten kan det konkluderes at det termiske miljøet og energibruken påvirkes positivt for hybrid ventilasjon sammenlignet med balansert ventilasjon i et nybygg i massivtre. Det atmosfæriske miljøet derimot viser seg å være bedre ved balansert ventilasjon.

10 Anbefalinger

I arbeidet med oppgaven ble det funnet områder det kan være interessant å undersøke nærmere.

For optimal utnyttelse av hybrid eller naturlig ventilasjon bør det tas en rekke hensyn i forkant av byggeprosessen. Bygningens orientering, form og plassering av åpninger og vinduer kan være viktige faktorer for at systemet skal fungere optimalt. I denne oppgaven ble simuleringen gjort for en leilighet som var installert med balansert ventilasjon. I realiteten kan det være større potensiale ved å vurdere hybrid ventilasjon i planleggingsfasen. Det anbefales derfor å se på virkning av hybrid ventilasjon for en bygning hvor dette har blitt implementert fra starten.

Det anbefales også å undersøke hvilken påvirkning ulike vinduer har på effekten av hybrid ventilasjon. Forskjellig plassering av vinduer, åpningsstørrelse og orientering kan testes i et simuleringsprogram. I den sammenheng kan det også være interessant å se hvordan ulike kontrollsystemer fungerer for samme bygning. Ulike designstrategier og ventilasjonsprinsipper kan undersøkes, deriblant parallellsystem og sonesystem.

I denne oppgaven er det kun simulert én leilighet, det anbefales derfor i videre arbeid å se på bygningen som en helhet. En simulering av hele bygningen vil kunne gi mer detaljerte beskrivelser av inn klima og energibruk i sin helhet. Resultatene kan da lettere sammenlignes med andre større konstruksjoner som skoler og kontorbygg.

Til slutt anbefales det å se nærmere på massivtre sin evne til å regulere fukt. Dette kan undersøkes ved å måle inntrengningsdybde og fuktighet i materialet. Disse målingene, i tillegg til målingene gjort i denne oppgaven, vil gi en bredere kunnskap om hvilken effekt materialet har på inn klimaet.

11 Referanser

- [1] Astma- og allergiforbundet, 21 Februar 2017. [Internett]. Available: <https://www.naaf.no/fokusomrader/inneklima/fakta-om-inneklima/>. [Funnet 29 Januar 2018].
- [2] TreBruk, «Markedsanalyse Massivtremarkedet i Norge 2017-2024,» TreBruk, 2017.
- [3] Regjeringen, «Regjeringen.no,» 28 November 2014. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimaforliket/id2076645/>. [Funnet 6 Mars 2018].
- [4] Regjeringen, «Regjeringen.no,» 11 Desember 2014. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/internasjonale-klima-miljoavtaler/id2344798/>. [Funnet 6 Mars 2018].
- [5] S. Åse Dragland, «Teknisk Ukeblad,» 4 Juni 2015. [Internett]. Available: <https://www.tu.no/artikler/bygg-star-for-40-av-verdens-utslipp-slik-skal-det-reduseres/223922>. [Funnet 6 Mars 2018].
- [6] L. Biørnstad, «Forskning.no,» 8 Desember 2014. [Internett]. Available: <https://forskning.no/2016/12/kan-vi-bruke-betong-med-god-samvittighet-co2-sement>. [Funnet 5 Mars 2018].
- [7] TreFokus & Tretknisk, «Tre og Miljø,» TreFokus, 2004.
- [8] B. G. & D. R. Dr Sean O'Malley, «Wood - Nature Inspired Design,» Planet Ark, 2015.
- [9] Y. M. e. A. Satoshi Sakuragawa, «Influence of wood wall panels on physiological and psychological responses,» The Japan Wood Research Society , 2005.
- [10] V. G. & M. M. C. Kelz, «Interior wood use in classrooms reduces pupils' stress levels».
- [11] Byggforskserien, «220.330 Astma, allergi og inneklime,» Byggforsk, 2006.
- [12] J. V. Bakke, «Samfunnskostnader ved dårlig inneklime i Norge,» Helserådet, 2014.
- [13] J. V. Thue, Bygningsfysikk Grunnlag, Trondheim: Fagbokforlaget, 2016.
- [14] Astma - og allergiforbundet, «Inneklima.com,» [Internett]. Available: <http://www.inneklima.com/index.asp?document=5&context>. [Funnet 29 Januar 2018].
- [15] Helse-og omsorgsdepartementet, «Regjeringen.no,» 16 Desember 2014. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/tema/helse-og-omsorg/innsikt/internasjonalt-helsesamarbeid/innsikt/verdens-helseorganisasjon-who/id435126/>. [Funnet 14 Februar 2018].
- [16] Byggforskserien, «421.510 Godt inneklime i nye boliger,» Byggforsk, 2016.
- [17] Byggforskserien, «421.501 Termisk inneklime. Betingelser, tilrettelegging og målinger,» Byggforsk, 2017.
- [18] Astma - og allergiforbundet, «Inneklima.com,» [Internett]. Available: www.inneklima.com/index.asp?key=luftmengder. [Funnet 21 Mars 2018].
- [19] Byggforskserien, «Byggdetaljer 421.132 Fukt i bygninger Teorigrunnlag,» Byggforsk, 2005.
- [20] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning til Kapittel 13 Inneklima og helse,» Direktoratet for byggkvalitet, 2017.
- [21] F. E. S. L. (. B. M. (UiB), «Store norske leksikon,» 30 Mars 2017. [Internett]. Available: <https://sml.snl.no/inneklima>. [Funnet 22 Januar 2018].
- [22] Astma - og allergiforbundet, «Inneklima.com,» [Internett]. Available: <http://www.inneklima.com/index.asp?document=299>. [Funnet 20 Mars 2018].
- [23] FHI, «Folkehelseinstituttet,» 29 April 2015. [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/ml/miljo/inneklima/arsaker/karbondioksid-co2-og-inneklima/>. [Funnet 20 Mars 2018].

- [24] Standard Norge, «NS-EN 15251:2007 + NA:2014,» Standard Norge, 2007.
- [25] Bygger'n, [Internett]. Available: <https://www.byggern.no/tips-og-rad/nyttige-linker/hvorfor-ventilere/>. [Funnet 02 2018].
- [26] Byggforskserien, «Byggdetaljer 552.301 Ventilasjon av boliger. Prinsipper,» Byggforskserien, 2017.
- [27] N. Jan Vincent Thue, «Store Norske Leksikon,» 14 Februar 2009. [Internett]. Available: https://snl.no/naturlig_ventilasjon. [Funnet 09 Mars 2018].
- [28] Astma - allergiforbundet, «naaf.no,» 21 September 2016. [Internett]. Available: <https://www.naaf.no/subsites/drift-og-helse2/tekniske-losninger/ventilasjon/naturlig/>. [Funnet 22 Mars 2018].
- [29] NCBI, «Understanding Natural Ventilation,» 2009. [Internett]. Available: <https://www.cbe.berkeley.edu/mixedmode/aboutmm.html>. [Funnet 19 Mars 2018].
- [30] N. Magnus Lie, «Hybrid ventilasjon i moderne bygninger,» Trondheim, 2015.
- [31] Direktoratet for byggkvalitet, «Lavenergiprogrammet,» 25 September 2017. [Internett]. Available: lavenergiprogrammet.no/prosjektering-av-passivhus/naturlig-ventilasjon/. [Funnet 12 Mars 2018].
- [32] T. A. V. Tor Helge Dokka, «Hybrid Ventilasjon,» SINTEF, Trondheim, 2001.
- [33] Astma - og allergiforbundet, «NAAF,» 14 Mars 2017. [Internett]. Available: <https://www.naaf.no/subsites/drift-og-helse/tekniske-losninger/ventilasjon/mekanisk-avtrekk/>. [Funnet 17 Mars 2018].
- [34] Byggforskserien, «Byggdetaljer 552.305 Balansert Ventilasjon av Leiligheter,» Byggforskserien, 2017.
- [35] Byggforskserien, «Byggdetaljer 552.303 Balansert ventilasjon i småhus,» Byggforsk, 2015.
- [36] H. L. Strand, «Over- og undertrykk i lokaler,» Saga BHT.
- [37] «Swegon,» [Internett]. Available: <https://www.swegon.com/no/Produkter/Behovsstyrt-ventilasjon1/>. [Funnet 21 Mars 2018].
- [38] Direktoratet for byggkvalitet, «Lavenergiprogrammet,» 20 November 2017. [Internett]. Available: <http://lavenergiprogrammet.no/prosjektering-av-passivhus/hybrid-ventilasjon/>. [Funnet 5 Mars 2018].
- [39] M. S. & P. Wouters, Building ventilation: The state of the art, London: Earthscan, 2006.
- [40] CBE, University of California, Berkeley, «About Mixed Mode,» 2013. [Internett]. Available: <https://www.cbe.berkeley.edu/mixedmode/aboutmm.html>. [Funnet 15 Mars 2018].
- [41] Fagpressenytt, Lavenergiprogrammet, 07 Juni 2016. [Internett]. Available: <https://fagpressenytt.no/artikkel/naturlig-eller-mekanisk-ventilasjon>. [Funnet 10 April 2018].
- [42] J. Rozumek, «Energy measurement and data collection for passive houses,» Grimstad, 2014.
- [43] Byggforskserien, «Byggdetaljer 520.205 Massive Treelementer- Typer og bruksområder,» Byggforsk, 2001.
- [44] TreFokus & Treteknisk, «Massivtre,» TreFokus, 2008.
- [45] K. Belsom, «Love Valle,» 10 April 2017. [Internett]. Available: <http://www.lovevalle.no/2017/04/10/massivtre-et-baerekraftig-hjem/>. [Funnet 9 Mars 2018].
- [46] TreFokus, «Treet's betydning for inneklime,» TreFokus, [Internett]. Available: <http://www.trefokus.no/treveilederen/temaer/helseeffekter-i-trebygg/treet-s-betydning-for-inneklime>. [Funnet 15 Mars 2018].
- [47] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning til kapittel 14 Energi,» Direktoratet for byggkvalitet, 2017.

- [48] Sørmeqleren, «ISSUU,» 10 Juni 2016. [Internett]. Available: https://issuu.com/fundament/docs/skonnertveien_prospekt_11juni2016_i. [Funnet 15 Februar 2018].
- [49] EQUA, EQUA, [Internett]. Available: <https://www.equa.se/en/ida-ice>. [Funnet 10 Mars 2018].
- [50] Direktoratet for byggkvalitet, «Lavenergiprogrammet,» 01 Juli 2016. [Internett]. Available: <http://lavenergiprogrammet.no/prosjektering-av-passivhus/luftmengder-i-energiberegninger/>. [Funnet 22 April 2018].
- [51] M. Algrøy, «Energibruk og inneklime i skoler og barnehager med "mixed-mode" ventilasjon,» NTNU, Trondheim, 2014.
- [52] SINTEF, ENØK i bygninger Effektiv energibruk, Trondheim: Universitetsforlaget, 1996.
- [53] Astma - og allergiforbundet, «Inneklime.com,» [Internett]. Available: <http://www.inneklime.com/index.asp?key=%D8rebrorosen>. [Funnet 4 April 2018].

12 Vedlegg

12.1 A3-poster



Tittel: Inneklima og energibruk ved bruk av balansert ventilasjon vs. hybrid ventilasjon i nybygg i massivtre

Skonnertveien Hageby

Veiledere:
Merethe Solvang Tingstveit, UIA
Paul Ragnar Svennevig, UIA

Bakgrunn for oppgaven

De fleste boligblokker blir i dag installert med mekanisk balansert ventilasjon. Et tiltak for å redusere energibruken kan være å ta i bruk naturlige drivkrefter og samtidig redusere bruken av mekanisk ventilasjon. Ved «mixed mode» hybrid ventilasjon kan man ved hjelp av ulike kontrollsystem utnytte naturlig ventilasjon når det er mulig og mekanisk ventilasjon når det er nødvendig for å tilfredsstille kravene til komfort og energibruk. Inneklima i bygninger er også en viktig faktor fordi det har stor påvirkning på menneskers helse, produktivitet og komfort. Det er lite forskning på hvilken effekt massivtre har på inneklimaet. I tillegg er det lite eller ingen forskning på hvordan hybrid ventilasjon kan utnyttes i boliger og boligblokker. Dette gjør det interessant å undersøke hvordan balansert ventilasjon og hybrid ventilasjon i et nybygg i massivtre påvirker både inneklimaet og energibruken.

Forskerspørsmål

Hvordan påvirkes det termiske og atmosfæriske miljøet (inneklima) og energibruk med hybrid ventilasjon sammenlignet med konvensjonell balansert ventilasjon i et nybygg i massivtre?

Case

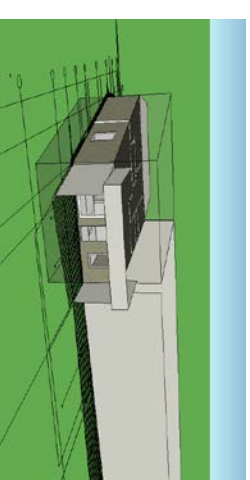
Case-studiet undersøkt i denne oppgaven er Skonnertveien Hageby i Grimstad. Skonnertveien Hageby består av 35 leiligheter med størrelser fra 55 m² til 106 m². Prosjektet er et arbeidssfellesskap mellom entreprenørene Kaspar Strømme AS og Hemato AS. Arkitekt er BGM arkitekter AS og

byggherre på prosjektet er Vesøygaten Utvikling AS. Byggeperioden pågikk fra august 2016 til oktober 2017. Prinsippet for ventilasjon av bygningen er balansert ventilasjon.



Metode

For å sammenligne balansert ventilasjon og hybrid ventilasjon ble simuleringsprogrammet IDA ICE brukt. Et kontrollsystem for åpning av vinduer og et avtrekksystem ble brukt for hybrid ventilasjon.



Videre ble det utført målinger av CO₂, RF, lufttemperatur og overflatetemperatur i en av leilighetene. I tillegg ble en spørreundersøkelse gitt ut til beboerne for å se sammenheng mellom målbare tester og opplevd komfort. Oppsett for måling i stue er vist på figur under.

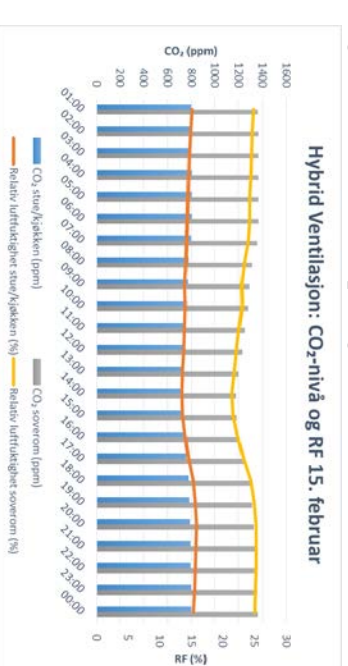


Resultater

Simuleringen for henholdsvis balansert ventilasjon og hybrid ventilasjon viser at den høyeste operative temperaturen er størst for balansert ventilasjon. Dette gir også en høyere prosentandel misformøyde (PPD) som vist i tabellen under.

	Balansert ventilasjon	Hybrid ventilasjon
Prosentandel timer når operativ temperatur er over 27°C i verste sone	3 %	0 %
Prosentandel timer når operativ temperatur er over 27°C i gjennomstrømsone	2 %	0 %
Prosent av total okkupasjonsstid med termisk misnøye	8 %	7 %

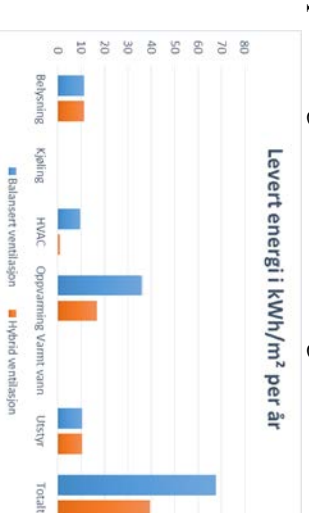
CO₂-nivået var høyere for balansert ventilasjon, spesielt om vinteren. Dette kan skyldes at det er for lave utetemperaturer til å åpne vinduene. RF og CO₂-nivå er vist på figuren.



Resultatene fra målinger viser at det er noe høyere temperaturer i stue og stue/kjøkken, men de gjennomsnittlige verdiene tilfredsstiller i stor grad kravene til inneklima.

Sone/rom	Gjennomsnittlig CO ₂ (ppm)	Std. avvik	Gjennomsnittlig temp. (°C)	Std. avvik	Gjennomsnittlig RF (%)	Std. avvik
Soverom	521,7	169,932	21,70	0,452	39,0	3,035
Stue	459,0	108,383	23,15	0,652	38,7	2,337
Stue/kjøkken	463,8	113,462	23,19	0,706	36,1	2,374

En sammenligning av levert energi viser at hybrid ventilasjon har lavere energiforbruk til HVAC og oppvarming. Dette er vist i figuren under.



Resultatet fra spørreundersøkelsen viser at «tørr luft» og «støv og smuss» er de faktorene flest beboere opplever. Samtidig svarer flesteparten av respondentene at de ikke opplever noen av de oppgitte plagene i leiligheten.

Konklusjon

Fra simulering ble det funnet at ved å erstatte balansert ventilasjon med hybrid ventilasjon reduseres energibruken fra 67,6 kWh/m² til 39,7 kWh/m². Resultatene viser også at høyeste operativ temperatur synker fra 30,6°C til 27,6°C ved bruk av hybrid ventilasjon. Samtidig er det vist at hybrid ventilasjon har høyere konsentrasjon av CO₂, med verdier opp mot 1370,5 ppm. Av målinger og spørreundersøkelse kommer det frem at det termiske og atmosfæriske klimaet i Skonnertveisen Hageby i høy grad er tilfredsstillende. Basert på resultatene i denne rapporten kan det konkluderes med at det termiske miljøet og energibruken påvirkes positivt for hybrid ventilasjon sammenlignet med balansert ventilasjon. Det atmosfæriske miljøet derimot viser seg å være bedre ved balansert ventilasjon.

12.2 Møtereferater

Møtereferat		
15.01.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorson, Merethe Solvang Tingstveit og Paul Ragnar Svennevig	
Emne: Masteroppgave		
Formål		
<p>Finne tema for oppgaven. Forventninger til student og veileder. Bestemme tid og sted for fremtidige veiledningsmøter.</p>		
Konklusjoner		
<p>Forslag til tema for oppgaven ble diskutert. Endelig tema for oppgaven skal bestemmes i løpet av uken. Skønnertveien blir bestemt som utgangspunkt for oppgaven istedenfor Tvedestrand vgs. Dette fordi det er lettere med hensyn til målinger og å innhente data.</p> <p>IDA ICE skal brukes som simuleringsprogram. Brukerundersøkelse og målinger er en ønskelig del av oppgaven. Se på brukeropplevelse og brukermønster. Fokus på inneklimate i bygget.</p> <p>Veiledningsmøter mandager kl. 12-13 i møterom A2 082.</p> <p>Word skal brukes som skriveprogram i oppgaven.</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Definere tema for oppgaven	Ingvild	
Finne kurs i IDA ICE	Ingvild	

Møtereferat		
24.01.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorson, Merethe Solvang Tingstveit og Paul Ragnar Svennevig	
Emne: Masteroppgave		
Formål		
Definere tema for oppgaven. Diskutere videre arbeid.		
Konklusjoner		
<p>Tema for oppgaven er ventilasjon i massivtre og hvordan det påvirker inneklime og energibruk. Målet er å kunne sammenligne balansert ventilasjon med hybrid ventilasjon.</p> <p>Simulering skal gjøres i IDA ICE og målinger i en leilighet i Skonnertveien.</p> <p>Videre arbeid går ut på å lese og skrive på teori, finne tidligere masteroppgaver og se på tidligere brukerundersøkelser på inneklime.</p> <p>Kurs i IDA ICE skal gå i Stockholm 5.7. februar. (Grunnkurs og forsetningskurs)</p> <p>Tretekniskboks til å gjøre målinger på inneklime i hus (måler CO2, temperatur, RF, fukt, etc.)</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Sende mail til Paul med info til kurs i IDA ICE	Ingvild	
Få tilgang til Byggforsk	Ingvild	

Møtereferat		
29.01.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorson, Merethe Solvang Tingstveit og Paul Ragnar Svennevig	
Emne: Masteroppgave		
Formål		
Bestille reise og opphold til kurs i Stockholm. Hva er gjort til nå, hva skal gjøres videre?		
Konklusjoner		
<p>Starte på fremdriftsplan og formulere forskerspørsmål.</p> <p>Finnes det et sammenlignbart hus i med hybrid ventilasjon eller skal sammenligningen kun være basert på IDA ICE simuleringer?</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Bestille fly og hotell	Paul	01.02.18

Møtereferat		
12.02.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorson og Paul Ragnar Svennevig (Merethe hjemme med sykt barn)	
Emne: Masteroppgave		
Formål	<p>Diskutere erfaring fra IDA ICE kurset. Ordne tilbakebetaling for hotellopphold. Videre arbeid i IDA ICE (tegninger og inputdata)</p>	
Konklusjoner	<p>Fremdriftsplan er OK. Problemstilling kan diskuteres videre med Merethe. Inputdata og tegninger til IDA ICE tas videre med Merethe.</p> <p>Andre spørsmål til videre arbeid: Simulere kun en leilighet eller hele/deler av bygget? Værdata fra Kristiansand? Når kan målinger i Skonnertveien starte? Hvilket utstyr skal brukes? Er dette klart? Når og hvordan skal brukerundersøkelsen sendes ut? (på døren/i postkassen)</p>	
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Skrive under på dokument for tilbakebetaling og levere til Paul	Ingvild	

Møtereferat		
15.02.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorson & Merethe Solvang Tingstveit	
Emne: Masteroppgave		
Formål	<p>Få godkjent problemstilling og forskerspørsmål Hvilke filer kan brukes i IDA ICE? (dwg filene virker ikke) Når kan måling starte og hvilket utstyr skal brukes?</p>	
Konklusjoner	<p>Sende mail å spørre om DWG versjon. Gunn Torill Treteknisk boks Målinger i april</p>	
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist

Møtoreferat			
19.02.2018		12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte		
Deltakere	Ingvild Haktorson, Merethe Solvang Tingstveit og Paul Ragnar Svennevig		
Emne: Masteroppgave			
Formål			
Hvordan og når skal spørreundersøkelse distribueres?			
Konklusjoner			
Levere spørreundersøkelse både på nett og i postkasse. Sende testundersøkelse til Merethe. Befaring i Skonnertveien 27.02.			
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist	
Lage ferdig spørreundersøkelse på nett	Ingvild		

Møtoreferat			
26.02.2018		12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte		
Deltakere	Ingvild Haktorson, Merethe Solvang Tingstveit og Paul Ragnar Svennevig		
Emne: Masteroppgave			
Formål			
Spørre om inndata og tegninger vedrørende ventilasjonssystemet. Oppdatering på arbeid så langt og videre arbeid. Eventuelle forberedelser til møte med Bengt Michaelsen.			
Konklusjoner			
Trenger å fylle ut meldeskjema for å sende ut spørreundersøkelse på nett. Sende ut manuelt istedenfor?			
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist	

Møtereferat		
12.03.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorson, Merethe Solvang Tingstveit og Paul Ragnar Svennevig	
Emne: Masteroppgave		
Formål		
<p>Må få på plass før påske:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilket utstyr skal brukes til målinger i Skonnertveien? (Bruke noe som er tilgjengelig på UiA?) - Når kan målingene starte og hvor lenge? - Hvilken/hvilke leilighet(er) kan det gjøres målinger i? - Når skal brukerundersøkelsene sendes ut? <p>Få svar og bekreftelse fra Bengt</p> <p>Trenger hjelp og veiledning i IDA ICE. Må finne ut hvilken leilighet jeg kan gjøre målinger for å gjøre simulering for samme leilighet.</p>		
Konklusjoner		
<p>Finne måleutstyr</p> <p>Sende mail til Bengt (målinger fra 3. april til 1. mai. Hvilken leilighet?) Målinger hver halv time/time, hente ut data en gang i uken.</p> <p>Sende IDA ICE fil til EQUA for å fikse problem.</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Få bekreftet måleutstyr	Ingvild	16.03.18

Møtereferat		
04.04.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorson og Merethe Solvang Tingstveit	
Emne: Masteroppgave		
Formål		
<p>Simulering i IDA ICE vs. Simien beregning – liten forskjell (hva utgjør forskjellen?)</p> <p>Få svar fra Bengt (leilighet for målinger og mailiste til beboere)</p> <p>Backup-plan dersom ikke målingene kan gjennomføres i tide?</p>		
Konklusjoner		
<p>Målinger er bekreftet. Hente måleutstyr på laben torsdag kl. 12.30</p> <p>Bruke værstasjon under målinger?</p> <p>Sende mail til beboer Erik – avtale møte, tidspunkt for målinger og få leilighetsnummer.</p> <p>Når leilighetsnummer er klart → starte simulering i IDA ICE.</p> <p>Fått mail til veileder på masterprosjekt: Energibruk og inneklima i skoler og barnehager med "mixed-mode" ventilasjon. (Maria Justo Alonso)</p> <p>Dele rommene i soner i simuleringen.</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist

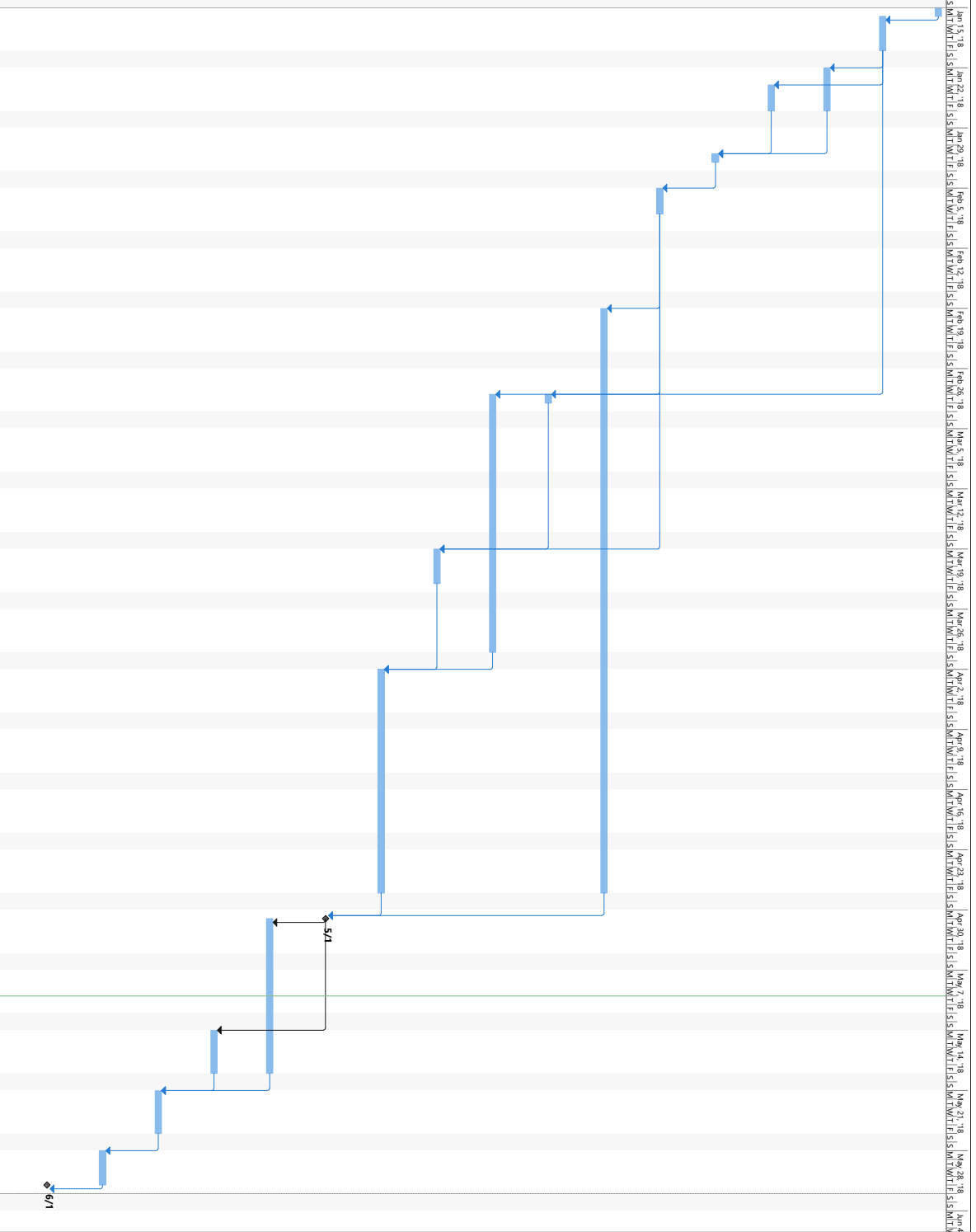
Møtereferat		
09.04.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorson, Paul Ragnar Svennevig og Merethe Solvang Tingstveit	
Emne: Masteroppgave		
Formål		
<p>Endring av forskerspørsmål?</p> <p>Oppsett av rapport + videre arbeid</p> <p>Værstasjon og lader til CO2-logger</p>		
Konklusjoner		
<p>Diskusjonskapittel i teoridel?</p> <p>Plassering av måleutstyr; ikke utsatt for direkte sollys, ikke plassere gjenstander foran måler.</p> <p>Etablere kontrakt mellom beboerne.</p> <p>Skrive et informasjonsark til beboerne om informasjon om spørreundersøkelse.</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist

Møtereferat		
23.04.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorsen, Paul Ragnar Svennevig og Merethe Solvang Tingstveit	
Emne: Masteroppgave		
Formål		
<p>Få godkjent tittel på oppgaven.</p> <p>Forslag til oppsett av resultat og analyse av målingene.</p> <p>Oppdatering: Har gitt ut spørreundersøkelse, venter på varmetrådsanemometer. (måle på mandag?)</p> <p>Oppsett på metodekapittel; beskrivelse av måleutstyr? Beskrivelse av målemetode?</p> <p>Forskerspørsmål etter teori?</p> <p>Gjennomlesing av rapporten?</p>		
Konklusjoner		
<p>Tittel på oppgaven; OK</p> <p>På resultater; Vis et par grafer over hovedfunn, ha resten i vedlegg.</p> <p>Forskerspørsmål og begrensninger kommer inn etter teori. I innledning er det kun overordnet problemstilling.</p> <p>Hjelp i IDA ICE på onsdag 25.04.</p> <p>Send inn metode, teori og case til gjennomlesing i slutten av uken.</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist

Møtereferat		
30.04.2018	12:00	Universitetet i Agder, Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Ingvild Haktorson, Paul Ragnar Svennevig og Merethe Solvang Tingstveit	
Emne: Masteroppgave		
Formål		
<p>Hvordan gjøre hastighetsmålinger i Skonnertveien?</p> <p>Kan Paul ha gjennomlesing av rapporten når den er ferdig? (se på det rapporttekniske)</p> <p>Skal jeg referere til vedleggene i rapporten?</p> <p>Resultater fra målingene, flere grafer som kan være interessante?</p>		
Konklusjoner		
<p>Svar fra spørreundersøkelse i undersøkelse i Vedlegg?</p> <p>Plotte inn IR i CO2 diagram, Regne ut operativ temperatur.</p> <p>Uklare målinger på lufthastighet – velger å ikke ha det med i resultatet?</p> <p>Legge til balkong og svalgang i IDA ICE</p> <p>Sende inn rapport til Paul for gjennomlesing av det rapporttekniske 22.mai</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist

12.3 Fremdriftsplan

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	Task	Start prosjekt	1 day	Mon 1/15/18	Mon 1/15/18	
2	Task	Finne tema for oppgaven	4 days	Tue 1/16/18	Fri 1/19/18	1
3	Task	Les på teori	5 days	Mon 1/22/18	Fri 1/26/18	2
4	Task	Skrive på teori	3 days	Wed 1/24/18	Fri 1/26/18	2
5	Task	Besille tur til kurs i Stockholm	1 day	Thu 2/1/18	Thu 2/1/18	4,3
6	Task	IDA ICE kurs i Stockholm	3 days	Mon 2/5/18	Wed 2/7/18	5
7	Task	IDA ICE simuleringer	50 days	Mon 2/19/18	Fri 4/27/18	6
8	Task	Sende ut brukerundersøkelse	1 day	Thu 3/1/18	Thu 3/1/18	7
9	Task	Skrive på teori og metode	22 days	Thu 3/1/18	Fri 3/30/18	8
10	Task	Forberede målinger	4 days	Mon 3/19/18	Thu 3/22/18	9,8
11	Task	Målinger i Skomerveien	20 days	Mon 4/2/18	Fri 4/27/18	10,9
12	Task	Ferdig med målinger og simulering	0 days	Tue 5/1/18	Tue 5/1/18	11,7
13	Task	Analysere resultater	14 days	Tue 5/1/18	Fri 5/18/18	12
14	Task	Skrive på diskusjon	5 days	Mon 5/14/18	Fri 5/18/18	13
15	Task	Ferdigstilling av rapport og A3 plakat	5 days	Mon 5/21/18	Fri 5/25/18	14,13
16	Task	Korrekturfesing av rapport	4 days	Mon 5/28/18	Thu 5/31/18	15
17	Task	Frist rapportinnlevering	0 days	Fri 6/1/18	Fri 6/1/18	16



Project: Fremdriftsplan Mastero
Date: Thu 5/10/18

Task Split Milestone

Summary Project Summary Inactive Milestone Inactive Summary Manual Task

Duration only Manual Summary Rollup External Summary

Start only Finish only External Milestone External Milestone Progress Manual Progress

Page 1

12.4 Datablad KLH Massivtre

KLH[®]

MADE FOR BUILDING
BUILT FOR LIVING

CROSS-LAMINATED TIMBER

IMPRINT

© KLH Massivholz GmbH

Publisher and responsible for content: KLH Massivholz GmbH
Version: September 2017, Cross-Laminated Timber



CONTENT

01	GENERAL INFORMATION	02
02	GLUING	03
03	PREFABRICATION OF BUILDING ELEMENTS	04
04	TECHNICAL APPROVALS AND CERTIFICATES	06
05	TECHNICAL DETAILS	07
06	STANDARD PANELS AND PANEL STRUCTURE	08
07	SURFACES	10
08	MINIMUM REQUIREMENTS ON THE SURFACE	11
09	AREAS OF APPLICATION	12
10	PRODUCT ADVANTAGES	13
11	OTHER BROCHURES IN PRINT AND ONLINE	15

GENERAL INFORMATION

CROSS-LAMINATED TIMBER



PRODUCT DESCRIPTION

Umbrella terms for cross-laminated timber are country-specific, and these include, among others, CLT, plywood boards or X-Lam.

KLH solid wood elements are used as structural wall, ceiling and roof elements in solid timber construction projects. They are characterised by their universal use, their dimensional stability, their accuracy of fit, and the high scope for prefabrication.

Due to the all-round load transference there are no architectural restrictions. The possibility of combining KLH elements with all other building materials allows for all variations in interior and exterior design. Solid timber buildings are distinguished by slim structures, which normally leads to gaining more net floor space.

Installation of KLH elements is carried out by adept timber construction companies or building companies, with the aid of a building crane. An average of 20 minutes is needed for placing each element. The shell construction of a detached house of average size and without complicated installation conditions takes 1 – 2 days. The installation team is usually made up of four persons, including the crane operator.

MAXIMUM DIMENSIONS AND PRODUCED WIDTHS

Maximum panel length	16.50 m
Maximum panel width	2.95 m
Maximum panel thickness	0.50 m

Produced widths	2.40 / 2.50 / 2.73 / 2.95 m
Minimum production length	8.25 m – in 5 cm increments

MANUFACTURE

KLH solid wood elements are made up of at least 3 layers of lamellae that are arranged crosswise and are glued to each other under high laminating pressure to form large-format solid wood panels. According to the customer's requirements, we offer PEFC and FSC-certified elements.

Due to the crosswise arrangement of the longitudinal and transverse lamellae, with simultaneous increase of static load-bearing capacity and dimensional stability, swelling and shrinkage of the wood are reduced to an insignificant minimum.

In accordance with the European Technical Assessment, only technically dried wood with a wood moisture of 12% (+/- 2%) is used. The individual lamellae are quality graded by machine. Production itself is subject to internal as well as external quality control by authorised auditing authorities.

GLUING



PEFC or FSC-certified lamellae go through machine quality grading and are sorted according to surface quality



Cross-laminated timber is produced purely in response to orders



Formaldehyde-free adhesive is used for gluing the individual layers



State-of-the-art CNC facilities for simple to highly complex cutting

GLUING

Gluing takes place using VOC-free and formaldehyde-free PUR adhesives in accordance with EN 15425. The adhesives are checked and classified as TYPE 1 adhesives and are approved for the production of load-bearing timber components.

The glue is applied automatically over the entire surface with approx. 0.15 kg/m² per joint.

Because at 0.6 N/mm² the laminating pressure in the manufacture of KLH solid wood panels is 6 times higher than in production which uses vacuum technology, gluing is of accordingly high quality and the static load-bearing capacity accordingly higher.

More on adhesives can be found at:
www.henkel-adhesives.de

PREFABRICATION OF BUILDING ELEMENTS

CNC CUTTING AND TOLERANCES

Prefabrication of building elements in the plant takes place using state-of-the-art CNC technology. Cutting is based on the production and cutting plans released by the customer and/or the executing construction company.

The cutting accuracy is within the range of tolerances in building construction – according to DIN 18203/Part 3 for wall, floor, ceiling and roof panels made of timber materials. For element sizes of $> 1 \text{ m}^2$, a cutting accuracy of $\pm 2 \text{ mm}$ applies, based on standard panel types, standard cutting and a wood moisture content of 12%.

Besides the classic standard cutting we offer a series of additional cutting services, which are project-specific and optimised according to the requirements of the customer or construction company. For technical reasons, the minimum element size with standard cutting is defined as 1 m length and 1 m width.



STANDARD CUTTING FOR WALL, CEILING AND ROOF ELEMENTS

- Linear cuts at a right angle to panel surface, with a few diagonal cuts up to a maximum cutting depth of 260 mm and max. 4 running metre milling of round contours in floor plan for ceiling and roof elements and max. 6 running metre milling for wall elements
- Execution of inside edges with door and window cut-outs or openings in standard design with rounded edges (radius of 20 mm), for an extra charge also available sharp-edged at a right angle
- Standard cutting for ceiling and roof elements includes standard joints (layer rebate or rebate board, milling on the element max. 90 mm wide)

OTHER CUTTING SERVICES

All cutting services above and beyond the standard are summarised under the term “special cuts”.

They are calculated and offered on a project-specific basis, following prior verification of the technical possibilities.

Examples of special cuts are:

- Electric milling, drilling on the narrow sides
- Elements with special inner and outer contours
- Rebate construction on the underneath of the panel or on the inner side
- Contour cuts for I-beams
- Rafter and beam cut-outs
- Cutting of small elements ($< 2 \text{ m}^2$)
- Double-sided processing of the elements

TECHNICAL APPROVALS AND CERTIFICATES



EUROPEAN TECHNICAL
ASSESSMENT
ETA - 06/0138



GENERAL BUILDING APPROVAL
FOR GERMANY
Z-9.1-482



FRENCH APPROVAL
AT-3/12-731
AT-3/12-731 ADD 1
AT-3/12-731 ADD 2



JAPANESE APPROVAL
NTI-301



SEAL OF QUALITY FOR SPAIN
AITIM 31-01



Intertek
C#: 5009426
PRODUCT APPROVAL
FOR USA & CANADA
ANSI/APA PRG 320



QUALITY MANAGEMENT
In accordance with
ISO EN 9001:2015



ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
In accordance with
ISO EN 14001:2015



ENERGY MANAGEMENT
In accordance with
ISO EN 50001:2011



Promoting Sustainable
Forest Management
www.pefc.co.uk

PEFC CERTIFICATION



The mark of
responsible forestry

FSC CERTIFICATION



ENVIRONMENTAL PRODUCT
DECLARATION (EPD)
In accordance with
ISO 14025 and EN 15804

DOWNLOAD OF CERTIFICATES

All approvals and certificates are available for download at www.klh.at.

TECHNICAL DETAILS

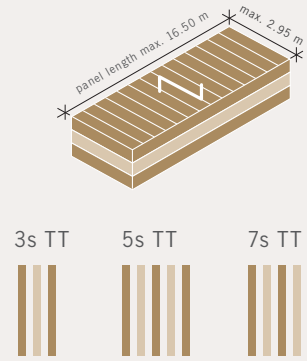
PRODUCT NAME/BRAND	KLH
OTHER PRODUCT NAMES	Cross-laminated timber (CLT), plywood boards (PBs), X-Lam
USE	Structural elements for walls, ceilings and roofs
DURABILITY	Service classes 1 and 2 according to EN 1995-1-1
WOOD TYPES	Spruce (pine, fir, stone pine and other wood types on request)
PANEL STRUCTURE	3, 5, 7 or more layers depending on static requirements
LAMELLAE	Thickness 20 to 45 mm, technically dried, quality-sorted and finger-jointed (with additional internal sorting to ensure compliance with our high material specifications)
STRENGTH CLASS	C 24 according to EN 338, maximum 10% C 16 permitted (compare ETA-06/0138)
GLUING	Formaldehyde-free PUR adhesive, approved for load-bearing and non-load-bearing components indoors and outdoors according to EN 15425
LAMINATING PRESSURE	At least 0.6 N/mm ²
WOOD MOISTURE	12% (+/- 2%) on delivery
MAXIMUM DIMENSIONS	Length 16.50 m width 2.95 m thickness 0.50 m
PRODUCED WIDTHS	2.40 2.50 2.73 2.95 m
SURFACES/QUALITY CATEGORIES	Non-visible quality (NVQ) Non-visible quality+ (NVQ+) Industrial visible quality (IVQ) Domestic visible quality (DVQ) Special surfaces on request
WEIGHT	5.5 kN/m ³ according to ÖNORM B 1991-1-1:2011 for structural analysis 500 kg/m ³ for determination of transport weight
DEFORMATION RATE	In panel plane 0.01% per % change in wood moisture content, perpendicular to panel plane (panel thickness direction) 0.24% per % change in wood moisture content
THERMAL CONDUCTIVITY	$\lambda = 0.12 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ according to EN ISO 10456
HEAT CAPACITY	$c_p = 1600 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ according to EN ISO 10456
DIFFUSION RESISTANCE	$\mu = 20 \text{ to } 50$ according to EN ISO 10456
AIR TIGHTNESS	KLH solid wood panels can generally be used as airtight layers. Connections to other components, butt joints, penetrations, etc. must be sealed appropriately.
REACTION TO FIRE	Euro class D-s2, d0
RESISTANCE TO FIRE	According to ETA - 06/0138

STANDARD PANELS AND PANEL STRUCTURE

FOR THE WALL

Covering layer in the transverse panel direction TT

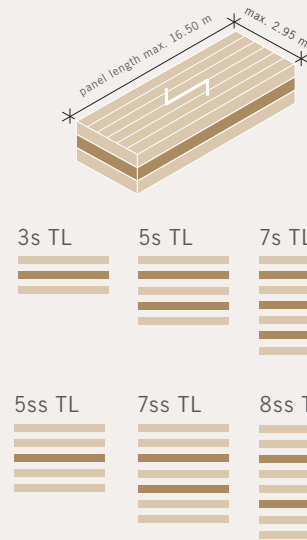
Nominal thickness	Panel	Typ	Thickness of lamellas in mm								
			T	L	T	L	T	L	T	L	T
KLH 60 mm	3s	TT	20	20	20						
KLH 70 mm	3s	TT	25	20	25						
KLH 80 mm	3s	TT	30	20	30						
KLH 90 mm	3s	TT	30	30	30						
KLH 100 mm	3s	TT	30	40	30						
KLH 110 mm	3s	TT	35	40	35						
KLH 120 mm	3s	TT	40	40	40						
KLH 100 mm	5s	TT	20	20	20	20	20				
KLH 110 mm	5s	TT	25	20	20	20	25				
KLH 120 mm	5s	TT	30	20	20	20	30				
KLH 130 mm	5s	TT	30	20	30	20	30				
KLH 140 mm	5s	TT	30	30	20	30	30				
KLH 150 mm	5s	TT	30	35	20	35	30				
KLH 160 mm	5s	TT	30	35	30	35	30				
KLH 180 mm	7s	TT	30	20	30	20	30	20	30		



FOR CEILING AND ROOF

Covering layer in the longitudinal panel direction TL

Nominal thickness	Panel	Typ	Thickness of lamellas in mm								
			L	T	L	T	L	T	L	T	L
KLH 60 mm	3s	TL	20	20	20						
KLH 70 mm	3s	TL	20	30	20						
KLH 80 mm	3s	TL	30	20	30						
KLH 90 mm	3s	TL	35	20	35						
KLH 100 mm	3s	TL	35	30	35						
KLH 110 mm	3s	TL	35	40	35						
KLH 120 mm	3s	TL	40	40	40						
KLH 100 mm	5s	TL	20	20	20	20	20				
KLH 110 mm	5s	TL	20	25	20	25	20				
KLH 120 mm	5s	TL	20	30	20	30	20				
KLH 130 mm	5s	TL	35	20	20	20	35				
KLH 140 mm	5s	TL	40	20	20	20	40				
KLH 150 mm	5s	TL	40	20	30	20	40				
KLH 160 mm	5s	TL	40	20	40	20	40				
KLH 170 mm	5s	TL	40	25	40	25	40				
KLH 180 mm	5s	TL	40	30	40	30	40				
KLH 190 mm	5s	TL	40	35	40	35	40				
KLH 200 mm	5s	TL	40	40	40	40	40				
KLH 160 mm	5ss	TL	30+30	40	30+30						
KLH 200 mm	7s	TL	20	40	20	40	20	40	20		
KLH 220 mm	7s	TL	30	35	30	30	30	35	30		
KLH 240 mm	7s	TL	30	40	30	40	30	40	30		
KLH 200 mm	7ss	TL	30+30	25	30	25	30+30				
KLH 210 mm	7ss	TL	30+30	30	30	30	30+30				
KLH 220 mm	7ss	TL	40+40	20	20	20	40+40				
KLH 230 mm	7ss	TL	35+40	20	40	20	40+35				
KLH 240 mm	7ss	TL	40+40	20	40	20	40+40				
KLH 250 mm	7ss	TL	35+40	30	40	30	40+35				
KLH 260 mm	7ss	TL	40+40	30	40	30	40+40				
KLH 280 mm	7ss	TL	40+40	40	40	40	40+40				
KLH 300 mm	8ss	TL	40+40	30	40+40	30	40+40				
KLH 320 mm	8ss	TL	40+40	40	40+40	40	40+40				



SURFACES

SURFACES

As a standard, we produce KLH solid wood panels in spruce and in three different surface qualities, which can be combined as required. This applies without restriction for all panel types shown previously. With our new supplementary non-visible+ (NVQ+) surface we offer a cost-effective alternative for ceiling and roof areas (TL panels) of industrial or commercial buildings.

The minimum requirement criteria for each surface is illustrated in a table at www.klh.at

OVERVIEW OF THE INDIVIDUAL SURFACES

	DOMESTIC VISUAL QUALITY (DVQ)	INDUSTRIAL VISUAL QUALITY (IVQ)	NON VISUAL QUALITY+ (NVQ+)	NON VISUAL QUALITY (NVQ)
AREA OF APPLICATION	Visual grade components for domestic applications	Visual grade components for industrial applications	Visible components with high restrictions. For roof and ceiling elements in industrial buildings or similar.	Non visual grade components - structural and non-structural elements to be lined and not left exposed
EXPECTATION OF SURFACE QUALITY	high expectation	medium expectation	low expectation	no expectation
MACHINED EDGES	chamfered joints	chamfered joints	no chamfered joints	no chamfered joints
SURFACE FINISH EX-FACTORY	sanded (single or double sided) or brushed (single sided)	sanded (single or double sided)	thicknesses 90-250 mm planed with rotation marks other thicknesses partially sanded	planed only
SURFACE TREATMENT AT FACTORY	on request	on request	not available	not available

SURFACE TREATMENT AND SPECIAL SURFACES

Both the industrial visible quality and the domestic visible quality panels are fully sanded. We also offer domestic visible quality surfaces in a brushed version.

Should you require UV protection, varnished elements or any other surface treatment, please contact us. The same applies to surfaces in other types of wood, which we can offer depending on customer requirements and the availability of raw materials.

IMPORTANT NOTE

Elements in visible quality require special care during loading, as well as during and after installation.

MINIMUM REQUIREMENTS ON THE SURFACE

Criteria	Domestic visible (DVQ)	Industrial visible (IVQ)	Non visible + (NVQ +)	Non visible (NVQ)
Surface treatment	sanded	sanded	thicknesses 90 - 250 mm: planed with rotation traces other thicknesses: selectively sanded	planed
Type of wood	one type of wood	one type of wood; spruce / fir ($\leq 10\%$) are regarded as one type of wood	one type of wood; spruce / fir ($\leq 10\%$) are regarded as one type of wood	addition of other types of wood possible
Colour and texture	mostly balanced	generally balanced	no requirements	no requirements
Blue stain and red tinge	slight discolouration permissible ($\leq 3\%$)	slight discolouration permissible ($\leq 5\%$)	slight discolouration permissible ($\leq 8\%$)	no restrictions
Branches, tightly intergrown	permissible	permissible	no restrictions	no restrictions
Branches, black	permissible ≤ 25 mm \emptyset	permissible ≤ 35 mm \emptyset	permissible ≤ 45 mm \emptyset	no restrictions
Loose knots, knot holes	permissible ≤ 12 mm \emptyset	permissible ≤ 12 mm \emptyset	permissible ≤ 25 mm \emptyset	no restrictions
Resin pockets	sporadically permissible $\leq 3 \times 50$ mm	sporadically permissible $\leq 5 \times 70$ mm	no restrictions	no restrictions
Piths	sporadically permissible length ≤ 800 mm	sporadically permissible length ≤ 1000 mm	no restrictions	no restrictions
Bark ingrowth	impermissible	impermissible	no restrictions	no restrictions
Wane	impermissible	impermissible	impermissible	permissible
Compression wood	sporadically permissible	sporadically permissible	permissible	no restrictions
Cut burrows from inactive insect infestation	impermissible	impermissible	sporadically permissible	sporadically permissible
Wood moisture during production	$\leq 12\%$	$\leq 12\%$	$\leq 14\%$	$\leq 14\%$
Cracks and joints (at a reference moisture measurement of 12%)	sporadically permissible $\leq 1,5$ mm	sporadically permissible ≤ 2 mm	sporadically permissible ≤ 4 mm	sporadically permissible ≤ 6 mm
Surface defects	sporadically permissible ≤ 12 mm \emptyset	sporadically permissible ≤ 12 mm \emptyset	no restrictions	no restrictions
Surface re-treatment (Filling and plugging of branch holes, strips, etc.)	permissible	permissible	permissible	no restrictions
Defects on cutting edges	sporadic small defects permissible	sporadic defects permissible	permissible	no restrictions
Cutting edge re-treatment manually, using sand paper	yes	yes	yes	no
Chamfer on DL panels	yes	yes	no	no
Range of validity	The stated surface qualities apply: - upon dispatch, - to the top layer only, - not to narrow sides. Only the criteria for surface quality NVQ apply to narrow sides. Surface quality NVQ + is currently only available for DL panels.			
Crack formation	Like all solid wood products, the above stated qualities are subject to crack and joint formation as a result of drying to their future compensation moisture balance when installed due to the product characteristics. This cannot be prevented.			

AREAS OF APPLICATION

AREAS OF APPLICATION

Due to their structural properties KLH solid wood elements are used as load-bearing, shear and non-load-bearing building components.

Cross laminated timber can also be used for cantilevers, point-loaded constructions, room cells and modules.

More than 20,000 projects worldwide are build with KLH solid wood elements, mainly in the following project categories:

- Detached houses and apartment buildings
- Multi residential buildings
- Terrace houses
- Student housing
- Retirement homes
- Schools and kindergartens
- Hotels
- Public buildings
- Event halls
- Industrial and commercial buildings
- Reconstructions & Extensions
- Special buildings
-




 Dirk Wilhelmy, www.wilhelmy-fotografie.de




 KLH



 Christian Schöch / Hotel mama thresl



 ©J. Konstantinov

PRODUCT ADVANTAGES

BUILDING WITH KLH HAS MANY ADVANTAGES

- Ecologically sustainable
- Renewable resource
- Positive ecobalance
- Healthy and comfortable room climate
- Lasting value
- Individuality in architecture and design
- Flexible room design without a grid pattern
- More net floor space
- Technically approved and CE-certified building product

- Quality controlled and ISO-certified production procedures
- CNC cutting and high accuracy of fit
- Prefabrication in weather-protected space
- Lighter than conventional building materials
- Short construction period and dry construction method
- Suitable for earthquake regions
- Easy assembly and installation

FLUCTUATIONS IN THE ROOM CLIMATE

Wood is a natural, non-homogeneous building material which has a compensating effect on fluctuations in the room climate.

Abrupt fluctuations in air humidity or inside temperature can lead to surface tension and, as a further result, to cracking. Therefore, pay special attention, especially with surfaces of visible quality, to avoid strong fluctuations in room climate during building phase and when in use. The ideal air humidity, especially when using visible quality surfaces, ranges between 40 – 60%.

THERE'S MORE TO CROSS-LAMINATED TIMBER

We see ourselves not only as a manufacturer of building elements, but more as a valuable partner in various project phases. We therefore offer a range of services as well as our products themselves.

When it comes to statics, building physics or construction details, a highly qualified specialist team is at your disposal. On request, and depending upon availability, we also offer support in the preparation of working drawings or the creation of these.

ONLINE SUPPORT

On our website you will find design software for KLH solid wood panels and also the online version of the KLHdesigner. For all those who would like to also use the KLHdesigner while out and about, the mobile version is available as an app.

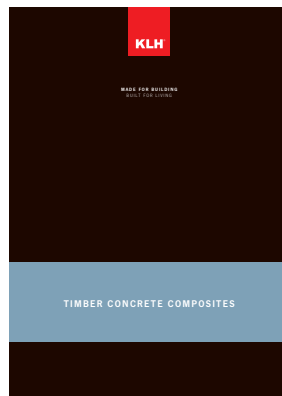
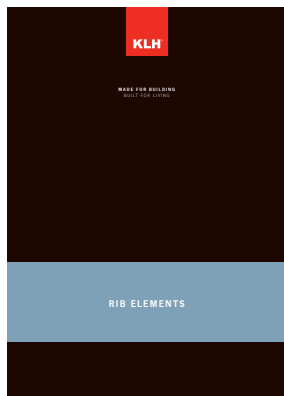
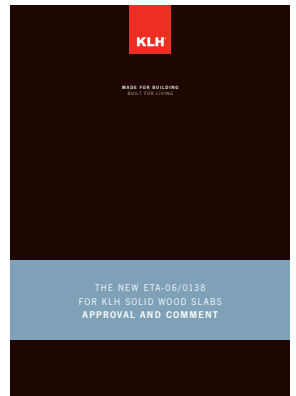
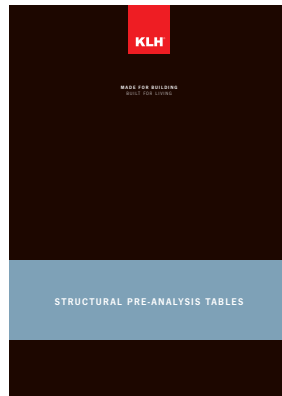
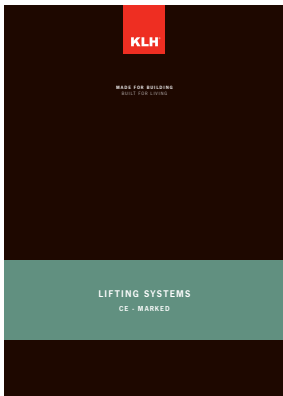
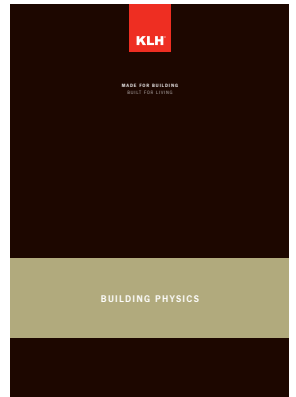
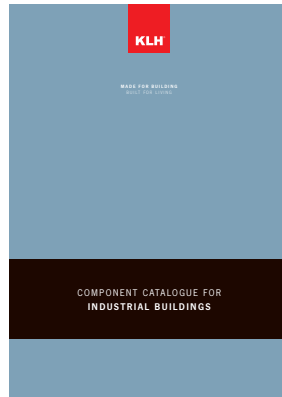
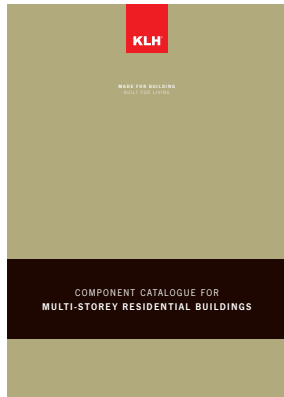
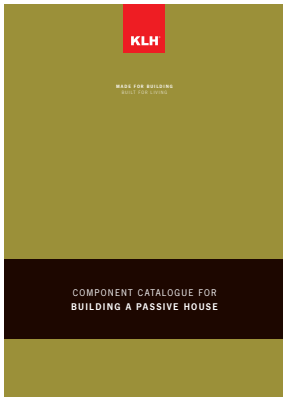
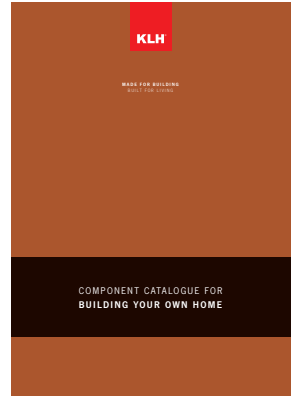
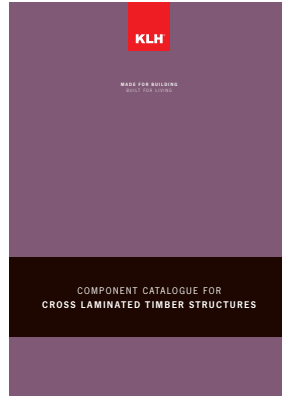
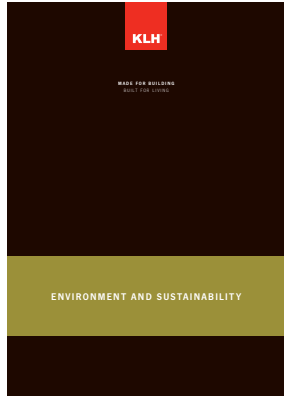


QR code for
KLHdesigner



QR code for
website

OTHER BROCHURES IN PRINT AND ONLINE





KLH MASSIVHOLZ GMBH

Gewerbestraße 4 | 8842 Teufenbach-Katsch | Austria

Tel +43 (0)3588 8835 0 | Fax +43 (0)3588 8835 20

office@klh.at | www.klh.at



For love of nature



Printed on ecologically friendly paper

12.5 Infoskriv Skonnertveien Hageby

INNEKLIMA I SKONNERTVEIEN HAGEBY



Hei!

Jeg går 5. året på UiA og skriver en masteroppgave hvor jeg undersøker Skonnertveien Hageby med hensyn til inneklima og energibruk. I den anledning håper jeg at dere vil bidra ved å delta i en kort spørreundersøkelse. All informasjon vil bli behandlet anonymt og spørsmålene tar ca. 5 min å besvare. Dere kan gi svarene når jeg kommer og samler inn neste uke, eller legge dem i postkasse nr. 113.

Hvis du lurer på noe, ta kontakt på tlf: 90942953

På forhånd, tusen takk.

Med vennlig hilsen,
Ingvild Haktorson

12.6 Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

12.7 Innreguleringsprotokoll leilighet 113

Anlegg	Skonnertveien	System nr	Leilighet 113
Kunde	Hemato AS/Kaspar Strømme	Dato	25.11.2017
Utført av	Morten Kvamme	Måleinstrument	Swema 236 Part no. 769780
		Kalibrert	09.10.2017

Rom	Tilluft m3/h			Avtrekk m3/h			Kommentar
	Prosjektert	Oppnådd	Avvik %	Prosjektert	Oppnådd	Avvik %	
Stue	60	60					
Kjøkken				36	36		
Bad 1				54	52		
Bod				20	20		
Sov 1	52	51					
Sov 2	52	52					
Sov 3							
Toalett							
Vaskerom							
Garderobe							
Bad 2				54	54		
Forsert Bad 1				108	107		
Forsert Bad 2				108	105		
Forsert Kjøkken				270	270		
Vifte hastighet pådrag							
Lav hastighet		25 %			25 %		
Normal hastighet		46 %			50 %		
Høy hastighet		100 %			100 %		

Dato: 25.11.2017

Signatur Tekniker: Morten Kvamme

12.8 Energirapporter Simien og IDA ICE



SIMULATION TECHNOLOGY GROUP

Delivered Energy Report

Project		Building	
Customer		Model floor area	101.3 m ²
Created by	Ingvild Haktorson	Model volume	268.5 m ³
Location	Kristiansand/Kjevik_014520 (ASHRAE 2013)	Model ground area	0.0 m ²
Climate file	NOR_KRISTIANSAND-KJEVIK_014520(IW2)	Model envelope area	210.7 m ²
Case	Simulering leilighet 113 Balansert ventilasjon	Window/Envelope	7.1 %
Simulated	5/2/2018 8:56:31 AM	Average U-value	0.3446 W/(m ² K)
		Envelope area per Volume	0.7847 m ² /m ³

Building Comfort Reference

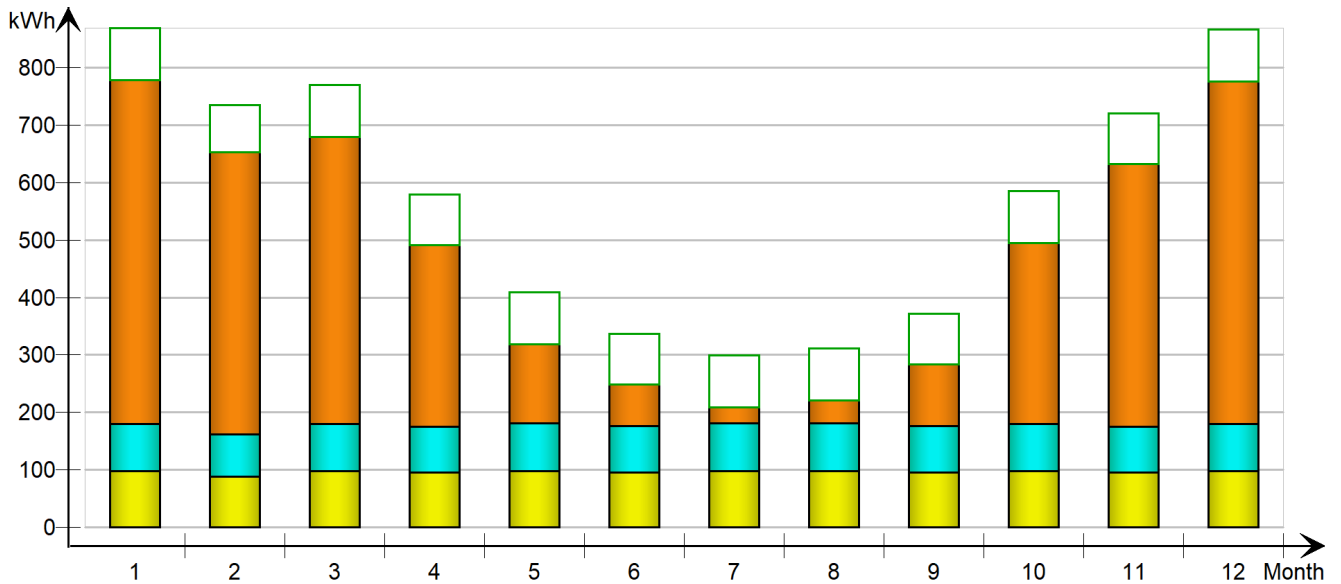
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in worst zone	3 %
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in average zone	2 %
Percentage of total occupant hours with thermal dissatisfaction	8 %

Delivered Energy Overview

	Purchased energy		Peak demand
	kWh	kWh/m ²	kW
Lighting, facility	1155	11.4	0.2
Electric cooling	0	0.0	0.0
HVAC aux	973	9.6	0.11
Electric heating	3658	36.1	1.35
Total, Facility electric	5786	57.1	
Domestic hot water	0	0.0	0.0
Total, Facility fuel*	0	0.0	
Total	5786	57.1	
Equipment, tenant	1066	10.5	0.18
Total, Tenant electric	1066	10.5	
Grand total	6852	67.6	

*heating value

Monthly Purchased/Sold Energy



Month	Facility electric				Facility fuel (heating value)	Tenant electric
	Lighting, facility (kWh)	Electric cooling (kWh)	HVAC aux (kWh)	Electric heating (kWh)	Domestic hot water (kWh)	Equipment, tenant (kWh)
1	97.9	0.0	81.9	598.8	0.0	90.4
2	88.4	0.0	74.0	490.9	0.0	81.6
3	97.9	0.0	82.0	499.4	0.0	90.4
4	94.9	0.0	79.6	316.3	0.0	87.6
5	98.1	0.0	82.9	137.3	0.0	90.5
6	94.9	0.0	80.6	72.0	0.0	87.6
7	98.2	0.0	83.7	27.6	0.0	90.6
8	98.2	0.0	83.6	39.3	0.0	90.7
9	95.2	0.0	80.5	107.4	0.0	87.8
10	98.2	0.0	82.4	315.2	0.0	90.7
11	94.8	0.0	79.4	457.8	0.0	87.5
12	98.0	0.0	81.9	595.8	0.0	90.5
Total	1154.7	0.0	972.6	3657.7	0.0	1066.0

IDA Indoor Climate and Energy

Version: 4.8

License: IDA40:ICE40XL:18MAY/C6Y1Q (trial license)



SIMULATION TECHNOLOGY GROUP







Delivered Energy Report

Project		Building	
Customer		Model floor area	101.3 m ²
Created by	Ingvild Haktorson	Model volume	268.5 m ³
Location	Kristiansand/Kjevik_014520 (ASHRAE 2013)	Model ground area	0.0 m ²
Climate file	NOR_KRISTIANSAND-KJEVIK_014520(IW2)	Model envelope area	109.4 m ²
Case	Simulering leilighet 113 Hybrid ventilasjon	Window/Envelope	13.4 %
Simulated	5/10/2018 11:54:46 AM	Average U-value	0.4175 W/(m ² K)
		Envelope area per Volume	0.4073 m ² /m ³

Building Comfort Reference

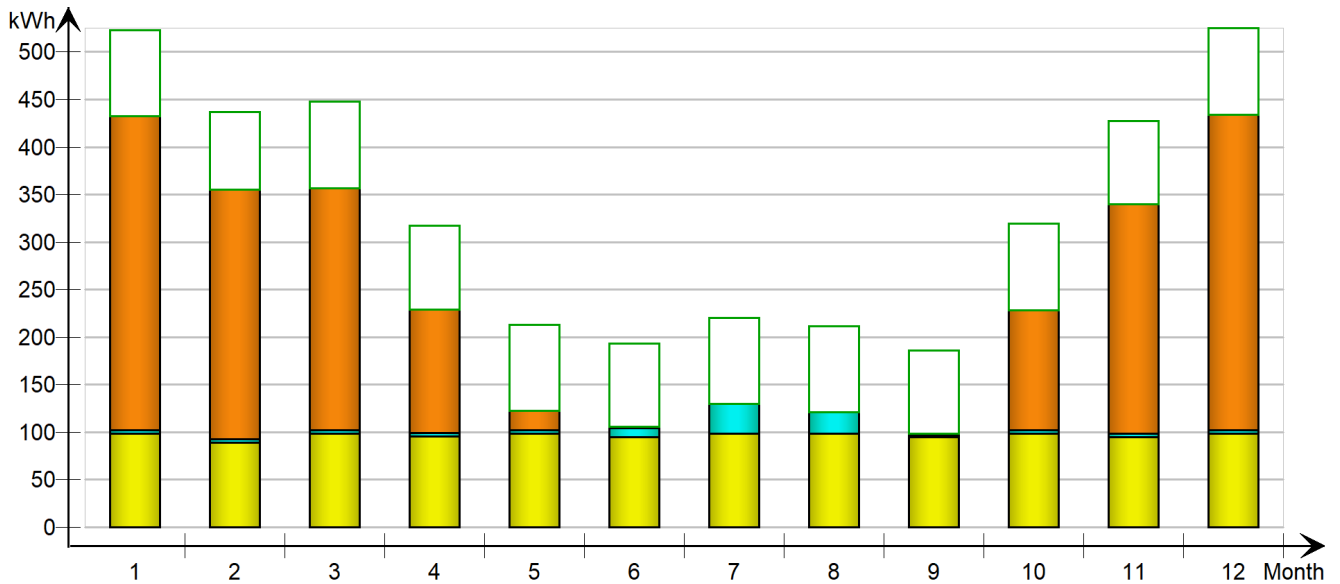
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in worst zone	0 %
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in average zone	0 %
Percentage of total occupant hours with thermal dissatisfaction	7 %

Delivered Energy Overview

		Purchased energy		Peak demand
		kWh	kWh/m ²	kW
	Lighting, facility	1157	11.4	0.2
	Electric cooling	0	0.0	0.0
	HVAC aux	95	0.9	0.32
	Electric heating	1699	16.8	1.03
	Total, Facility electric	2951	29.1	
	Domestic hot water	0	0.0	0.0
	Total, Facility fuel*	0	0.0	
	Total	2951	29.1	
	Equipment, tenant	1068	10.5	0.18
	Total, Tenant electric	1068	10.5	
	Grand total	4019	39.7	

*heating value

Monthly Purchased/Sold Energy



Month	Facility electric				Facility fuel (heating value)	Tenant electric
	Lighting, facility (kWh)	Electric cooling (kWh)	HVAC aux (kWh)	Electric heating (kWh)	Domestic hot water (kWh)	Equipment, tenant (kWh)
1	98.3	0.0	3.7	330.2	0.0	90.7
2	88.8	0.0	3.4	262.8	0.0	82.0
3	98.5	0.0	3.7	254.3	0.0	90.9
4	95.2	0.0	3.5	129.8	0.0	87.9
5	98.3	0.0	3.5	20.1	0.0	90.8
6	95.0	0.0	9.5	1.2	0.0	87.7
7	98.2	0.0	31.7	0.0	0.0	90.6
8	98.2	0.0	22.6	0.0	0.0	90.6
9	95.1	0.0	2.5	1.3	0.0	87.8
10	98.4	0.0	3.5	126.0	0.0	90.8
11	95.1	0.0	3.6	241.6	0.0	87.8
12	98.4	0.0	3.8	332.0	0.0	90.9
Total	1157.4	0.0	95.0	1699.2	0.0	1068.5

IDA Indoor Climate and Energy

Version: 4.8







License: IDA40:ICE40XL:18MAY/U8E3Y (trial license)

Project		Building	
Customer		Model floor area	76.4 m ²
Created by	Ingvild Haktorsen	Model volume	198.8 m ³
Location	Kristiansand/Kjevik_014520 (ASHRAE 2013)	Model ground area	0.0 m ²
Climate file	NOR_KRISTIANSAND-KJEVIK_014520(IW2)	Model envelope area	98.5 m ²
Case	Prøvesimulering leil. 203 én sone	Window/Envelope	10.3 %
Simulated	4/13/2018 9:21:42 AM	Average U-value	0.3731 W/(m ² K)
		Envelope area per Volume	0.4957 m ² /m ³

Building Comfort Reference

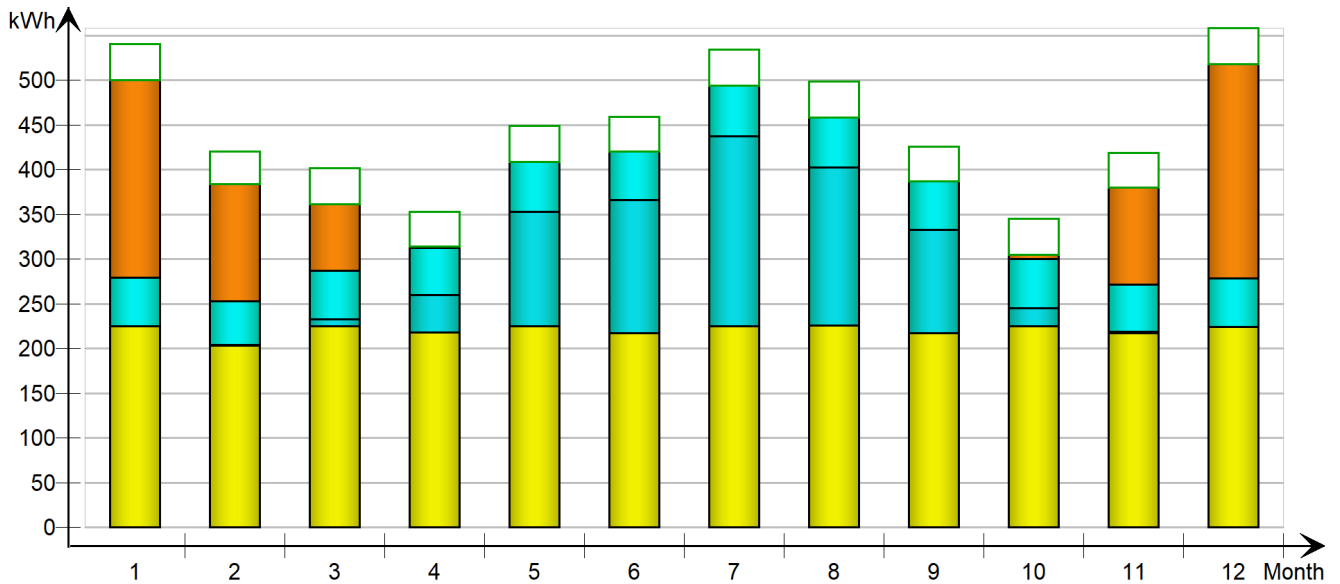
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in worst zone	0 %
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in average zone	0 %
Percentage of total occupant hours with thermal dissatisfaction	6 %

Delivered Energy Overview

		Purchased energy		Peak demand
		kWh	kWh/m ²	kW
	Lighting, facility	2645	34.6	0.45
	Electric cooling	854	11.2	0.84
	HVAC aux	648	8.5	0.08
	Electric heating	781	10.2	1.11
	Total, Facility electric	4928	64.5	
	Domestic hot water	0	0.0	0.0
	Total, Facility fuel*	0	0.0	
	Total	4928	64.5	
	Equipment, tenant	473	6.2	0.08
	Total, Tenant electric	473	6.2	
	Grand total	5401	70.7	

*heating value

Monthly Purchased/Sold Energy



Month	Facility electric				Facility fuel (heating value)	Tenant electric
	Lighting, facility (kWh)	Electric cooling (kWh)	HVAC aux (kWh)	Electric heating (kWh)	Domestic hot water (kWh)	Equipment, tenant (kWh)
1	224.5	0.4	54.1	220.7	0.0	40.2
2	202.9	0.5	49.0	131.0	0.0	36.3
3	224.7	8.0	54.3	74.5	0.0	40.2
4	217.8	41.5	53.0	1.6	0.0	39.0
5	224.5	128.3	55.5	0.0	0.0	40.1
6	217.0	148.6	54.0	0.0	0.0	38.8
7	225.0	212.5	56.2	0.0	0.0	40.3
8	225.3	176.9	56.1	0.0	0.0	40.3
9	217.0	115.8	53.9	0.0	0.0	38.8
10	224.6	20.5	55.0	4.6	0.0	40.2
11	217.1	1.2	52.8	108.8	0.0	38.8
12	224.3	0.1	54.2	239.5	0.0	40.1
Total	2644.7	854.2	648.2	780.7	0.0	473.1

IDA Indoor Climate and Energy

Version: 4.8

License: IDA40:ICE40XL:18FEB/G6I3H (trial license)



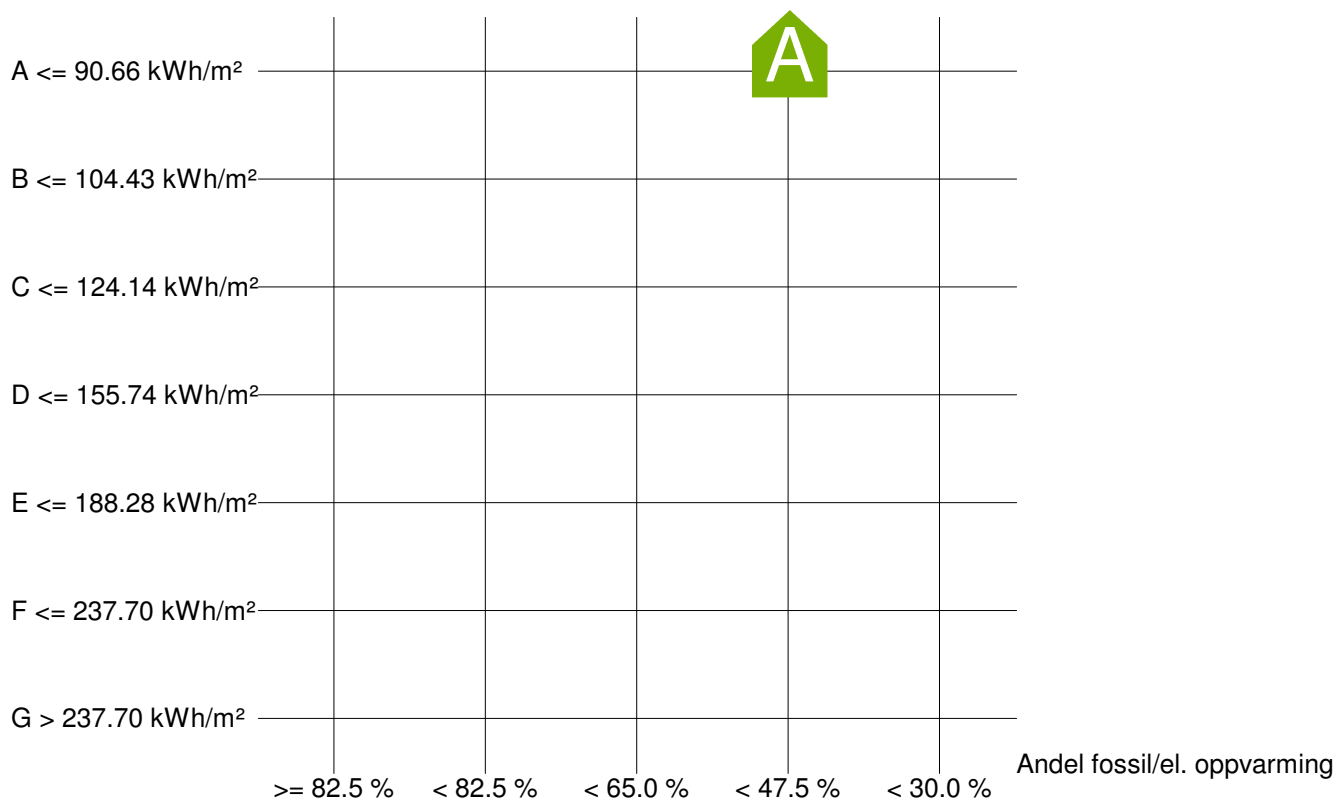
SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 10:32 24/11-2017
Programversjon: 6.007
Simuleringsansvarlig: JT
Firma: BGM arkitekter AS
Inndatafil: C:\...\Leil 113.smi
Prosjekt: Boenhet
Sone: Alle soner

Energikarakter

ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 61.89 kWh/m²
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 39.7 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	62 kWh/m ²
Energibruk lokalt klima	58 kWh/m ²



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 10:32 24/11-2017
Programversjon: 6.007
Simuleringsansvarlig: JT
Firma: BGM arkitekter AS
Inndatafil: C:\...\Leil 113.smi
Prosjekt: Boenhet
Sone: Alle soner

Beskrivelse	Forventet levert energi	Verdi
Elektrisitet		6566 kWh
Olje		0 kWh
Gass		0 kWh
Fjernvarme		0 kWh
Biobrensel		0 kWh
Annen energivare		0 kWh
Total energibruk		6566 kWh

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Areal yttervegger [m ²]:	63	
Areal tak [m ²]:	0	
Areal gulv [m ²]:	106	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	19	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	106	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	271	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,16	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,00	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,14	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	1,20	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	17,5	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	31	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,80	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	78	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 10:32 24/11-2017
Programversjon: 6.007
Simuleringsansvarlig: JT
Firma: BGM arkitekter AS
Inndatafil: C:\...\Leil 113.smi
Prosjekt: Boenhet
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	78,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	2,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,21	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,52	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	50	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,55	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,76/1,00/0,75	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 10:32 24/11-2017
Programversjon: 6.007
Simuleringsansvarlig: JT
Firma: BGM arkitekter AS
Inndatafil: C:\...\Leil 113.smi
Prosjekt: Boenhet
Sone: Alle soner

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Boligblokker
Simuleringsansvarlig		JT
Kommentar		



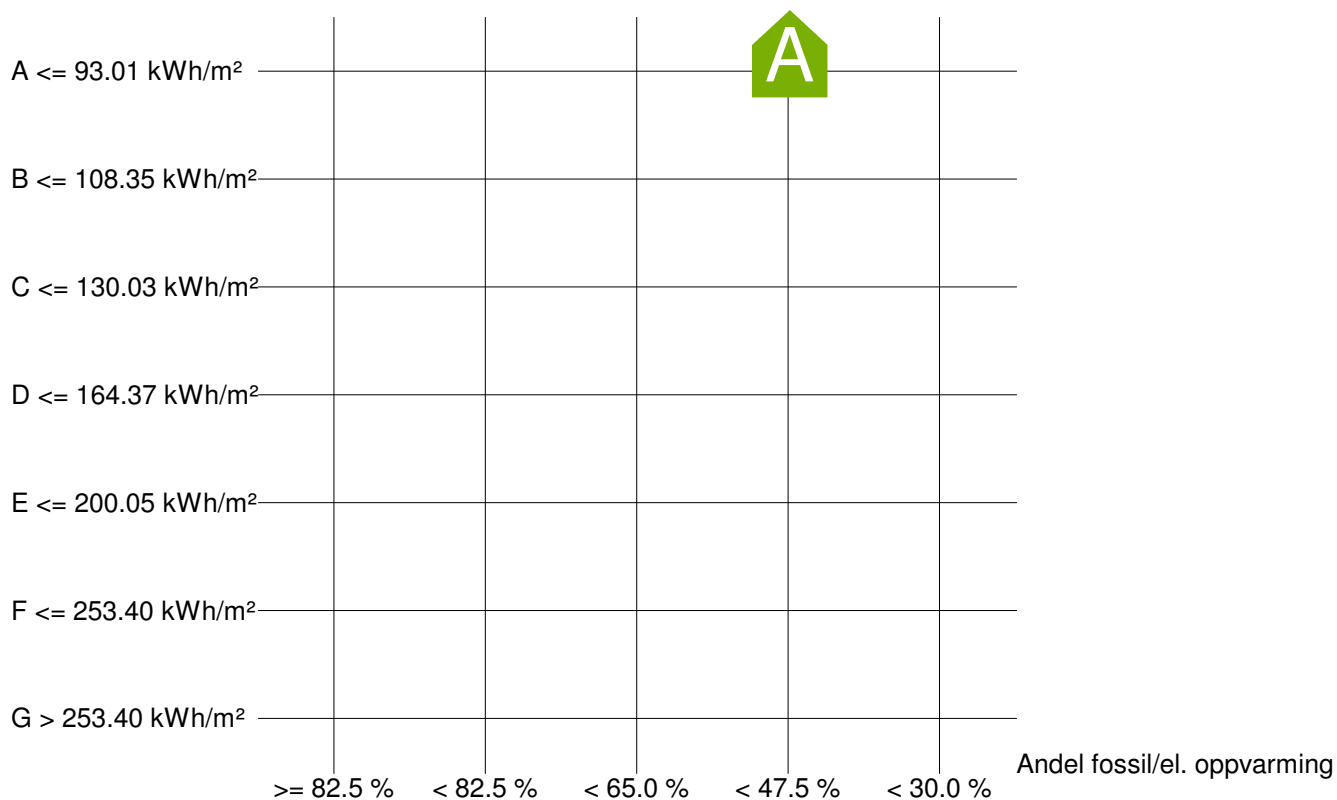
SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 15:06 27/1-2017
Programversjon: 6.004
Simuleringsansvarlig: JT
Firma: BGM arkitekter AS
Inndatafil: C:\...\Leil 203.smi
Prosjekt: Boenhet
Sone: Alle soner

Energikarakter

ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 70.20 kWh/m²
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 46.3 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	70 kWh/m²
Energibruk lokalt klima	65 kWh/m²



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 15:06 27/1-2017
Programversjon: 6.004
Simuleringsansvarlig: JT
Firma: BGM arkitekter AS
Inndatafil: C:\...\Leil 203.smi
Prosjekt: Boenhet
Sone: Alle soner

Beskrivelse	Forventet levert energi	Verdi
Elektrisitet		5258 kWh
Olje		0 kWh
Gass		0 kWh
Fjernvarme		0 kWh
Biobrensel		0 kWh
Annen energivare		0 kWh
Total energibruk		5258 kWh

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Areal yttervegger [m ²]:	34	
Areal tak [m ²]:	75	
Areal gulv [m ²]:	0	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	14	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	75	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	247	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,16	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,00	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	1,00	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	18,9	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	88	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	70	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 15:06 27/1-2017
Programversjon: 6.004
Simuleringsansvarlig: JT
Firma: BGM arkitekter AS
Inndatafil: C:\...\Leil 203.smi
Prosjekt: Boenhet
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	70,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	2,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,43	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,04	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	50	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,55	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,18	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,84/1,00/0,78/1,00	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 15:06 27/1-2017
Programversjon: 6.004
Simuleringsansvarlig: JT
Firma: BGM arkitekter AS
Inndatafil: C:\...\Leil 203.smi
Prosjekt: Boenhet
Sone: Alle soner

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Boligblokker
Simuleringsansvarlig		JT
Kommentar		

12.9 Input data IDA ICE

12.10 Utregning av operativ temperatur

Soverom

09.04:

Gjennomsnittlig IR = 21,05.

Temp. inne = 21,9

$$t_{op} = 0,5 \times (21,90 + 21,05) = 21,48 \text{ } ^\circ\text{C}$$

16.04:

Gjennomsnittlig IR = 21,9

Temp. inne = 21,8

$$t_{op} = 0,5 \times (21,80 + 21,90) = 21,85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

23.04:

Gjennomsnittlig IR = 21,55

Temp. inne = 21,5

$$t_{op} = 0,5 \times (21,50 + 21,55) = 21,53 \text{ } ^\circ\text{C}$$

30.04:

Gjennomsnittlig IR = 19,7

Temp. inne = 19,5

$$t_{op} = 0,5 \times (19,50 + 19,70) = 19,60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Stue/kjøkken:

09.04:

Gjennomsnittlig IR = 22,0

Temp. inne = 22,1

$$t_{op} = 0,5 \times (22,10 + 22,00) = 21,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

16.04:

Gjennomsnittlig IR = 23,05

Temp. inne = 22,9

$$t_{op} = 0,5 \times (22,90 + 23,05) = 22,98 \text{ } ^\circ\text{C}$$

23.04:

Gjennomsnittlig IR = 21,35

Temp. inne = 21,45

$$t_{op} = 0,5 \times (21,45 + 21,35) = 21,40^{\circ}\text{C}$$

30.04:

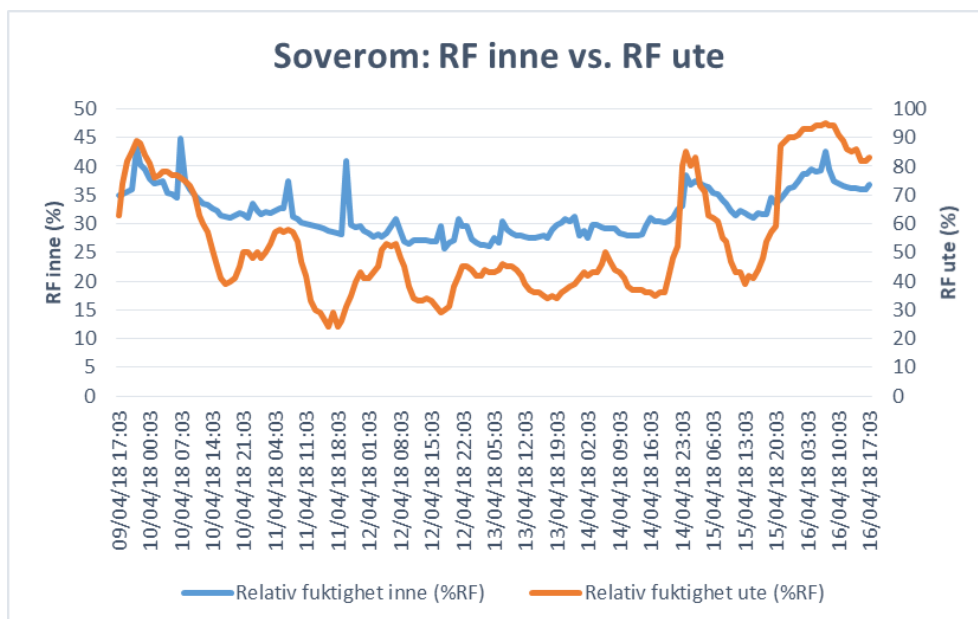
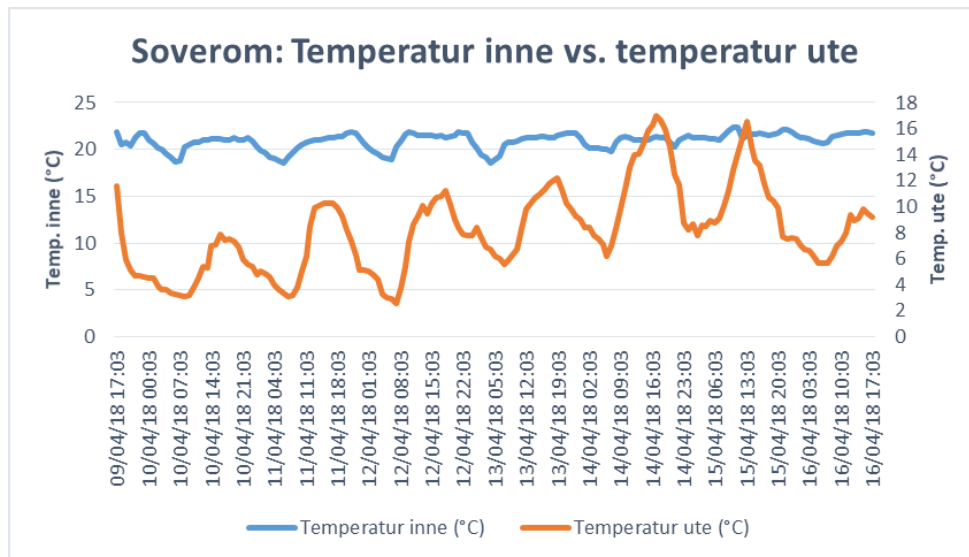
Gjennomsnittlig IR = 20,6

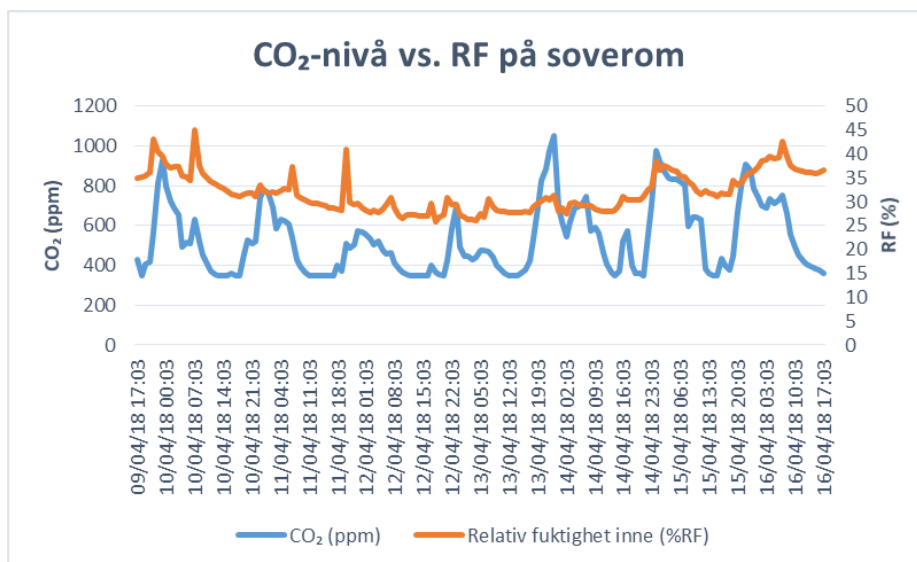
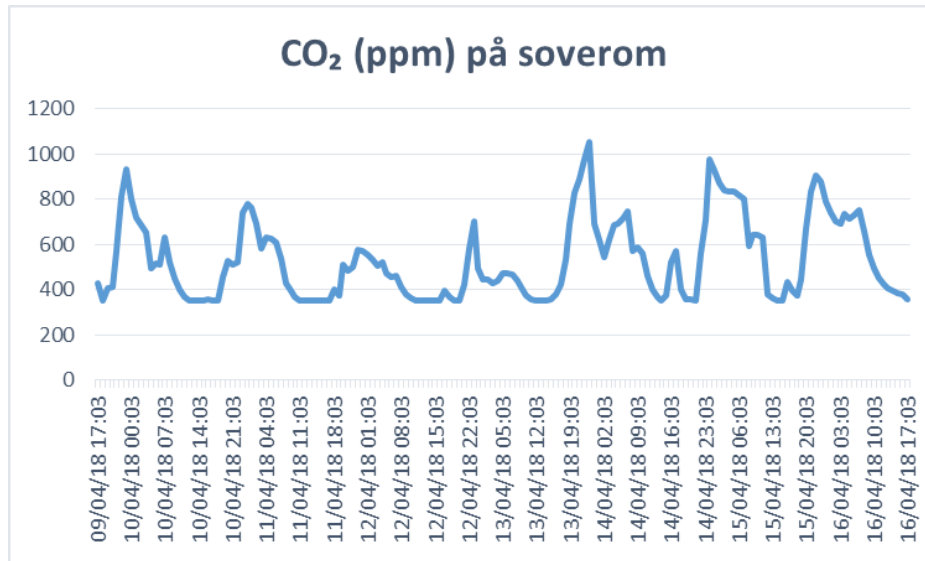
Temp. inne = 20,5

$$t_{op} = 0,5 \times (20,50 + 20,60) = 20,55^{\circ}\text{C}$$

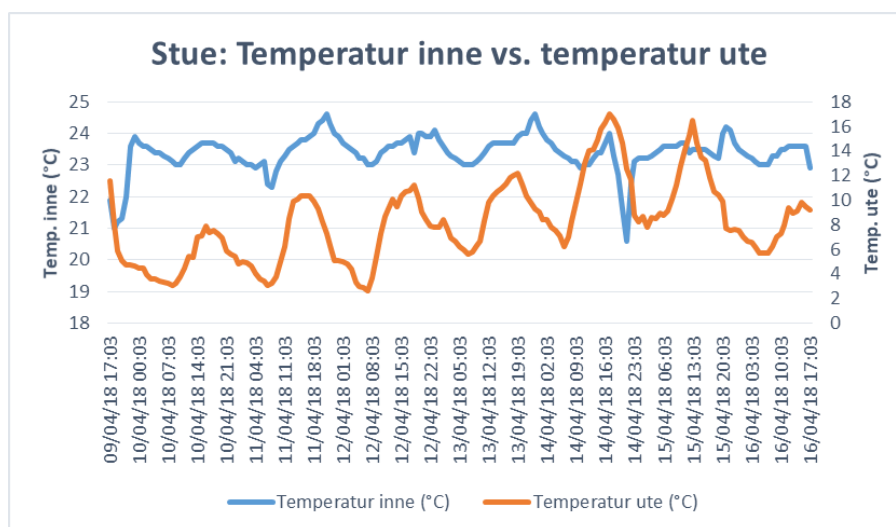
12.11 Resultater fra målinger uke 1 og 3

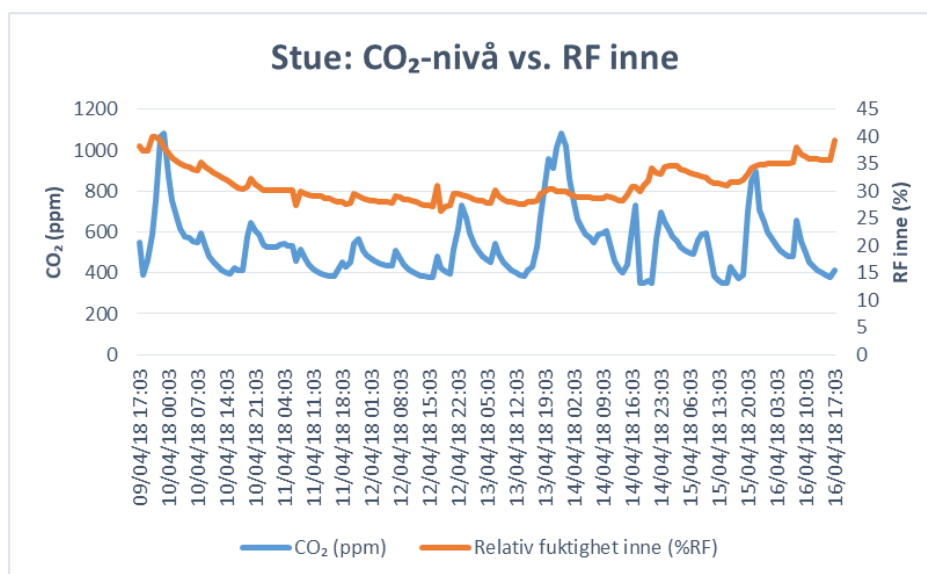
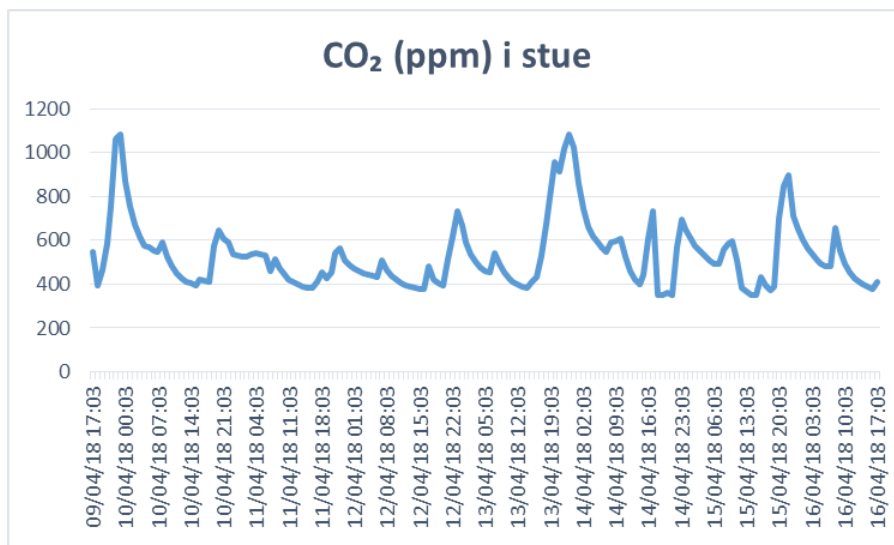
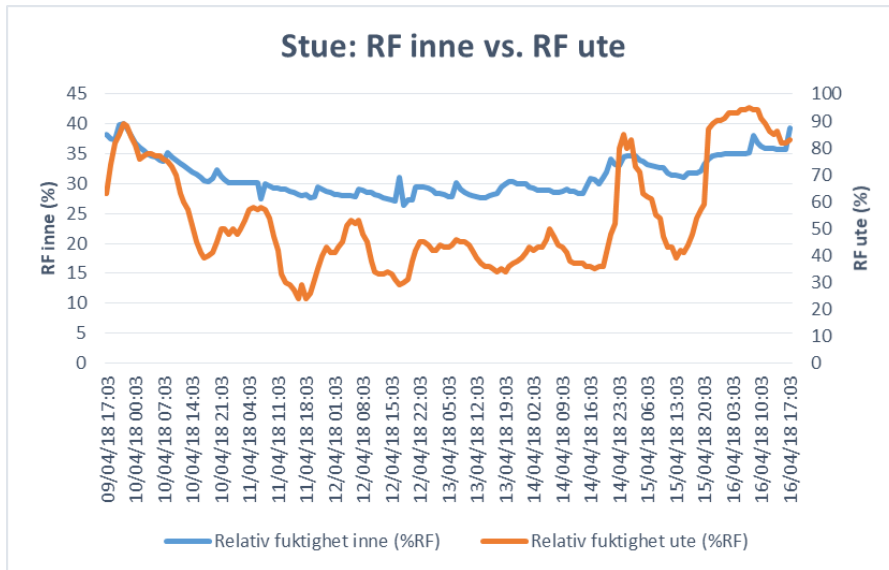
Soverom uke 1:



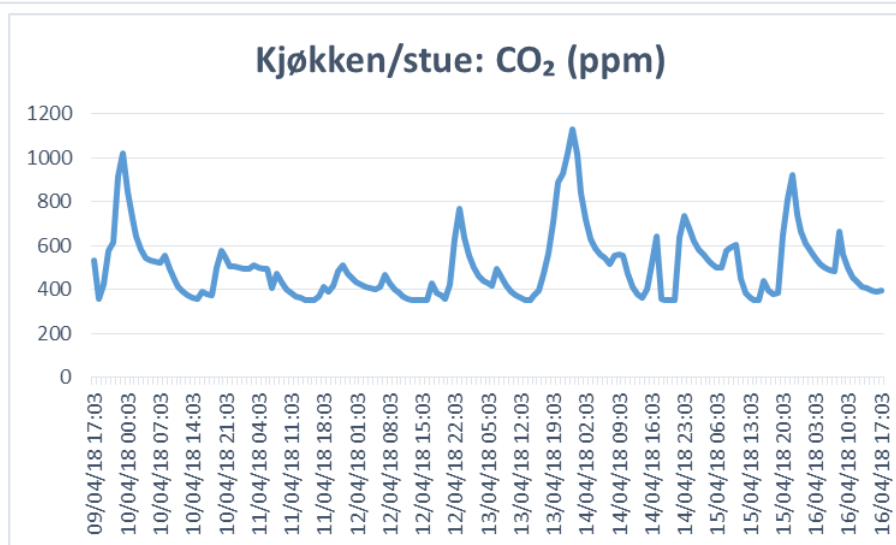
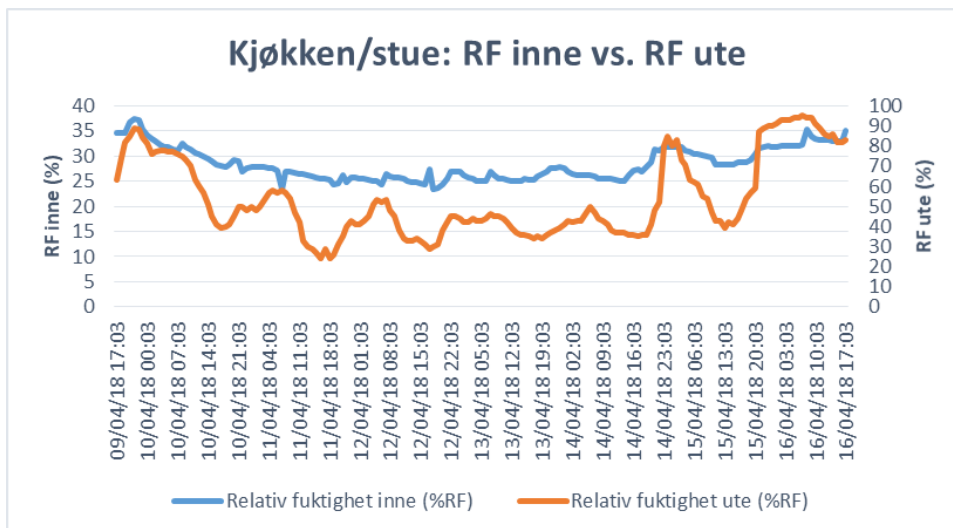
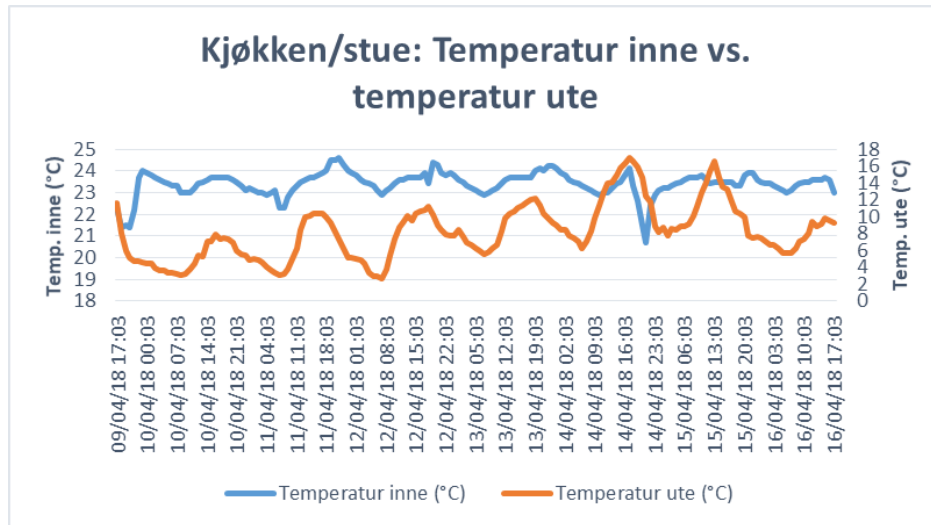


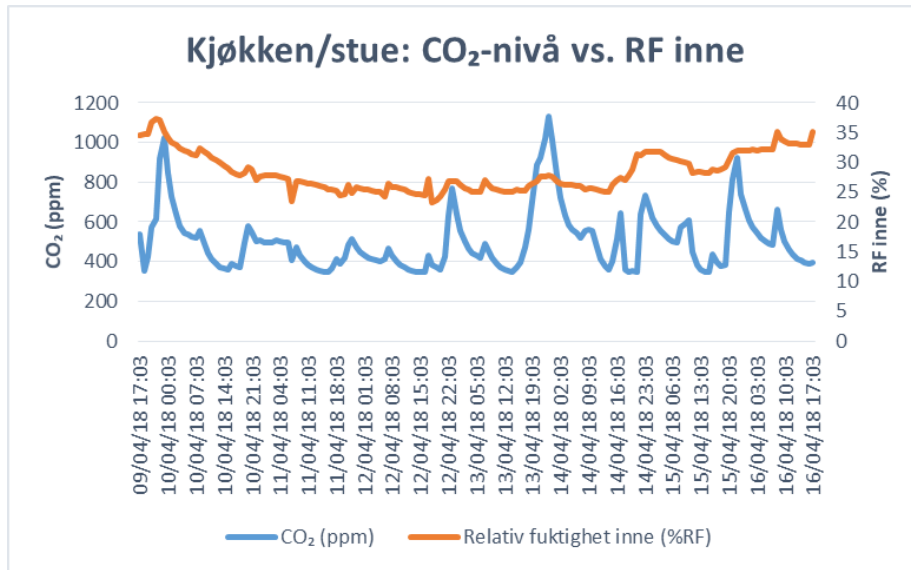
Stue/kjøkken uke 1:



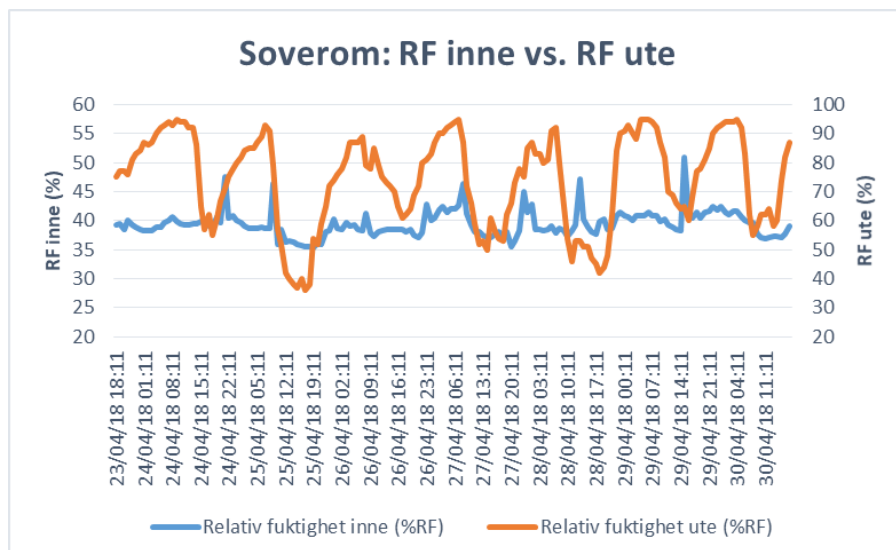
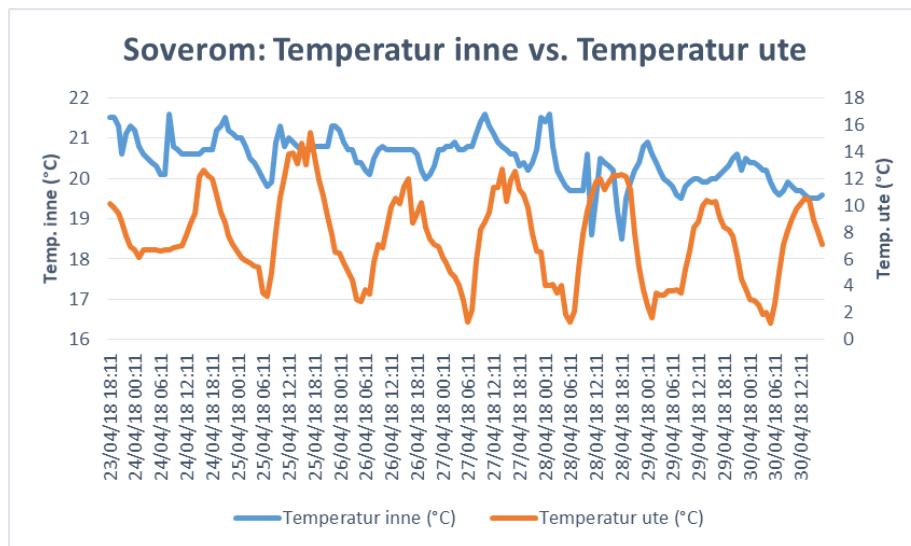


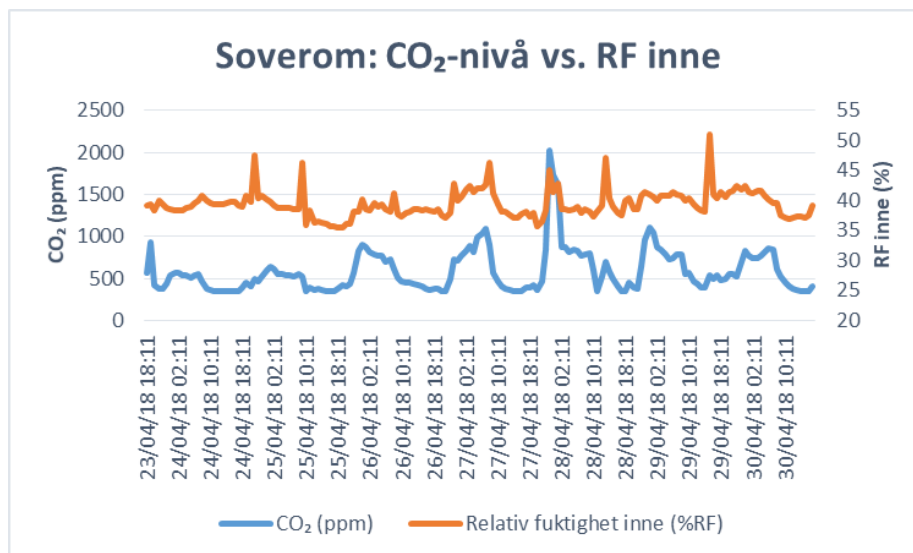
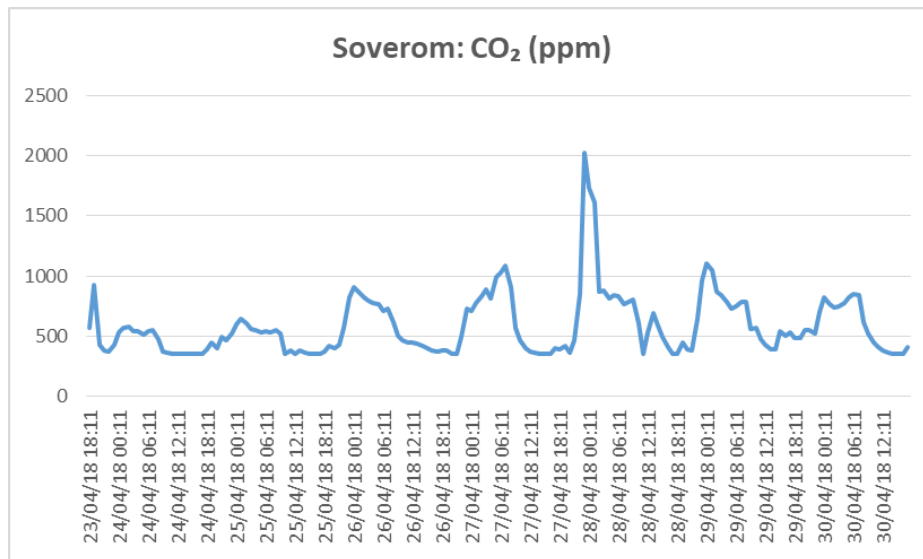
Kjøkken uke 1:



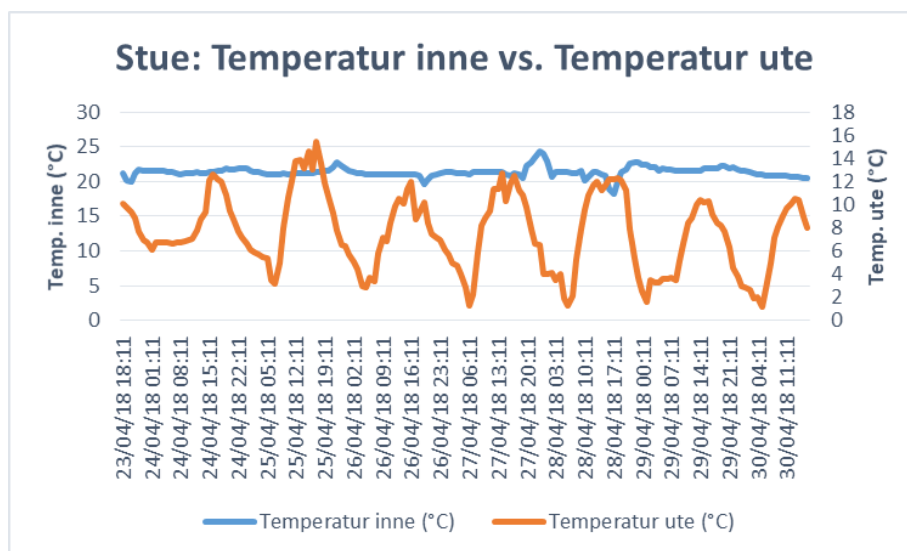


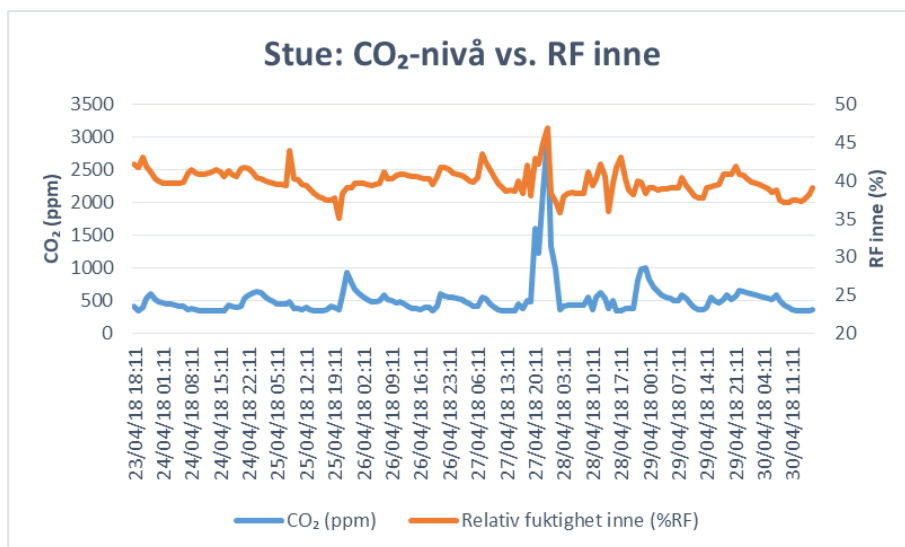
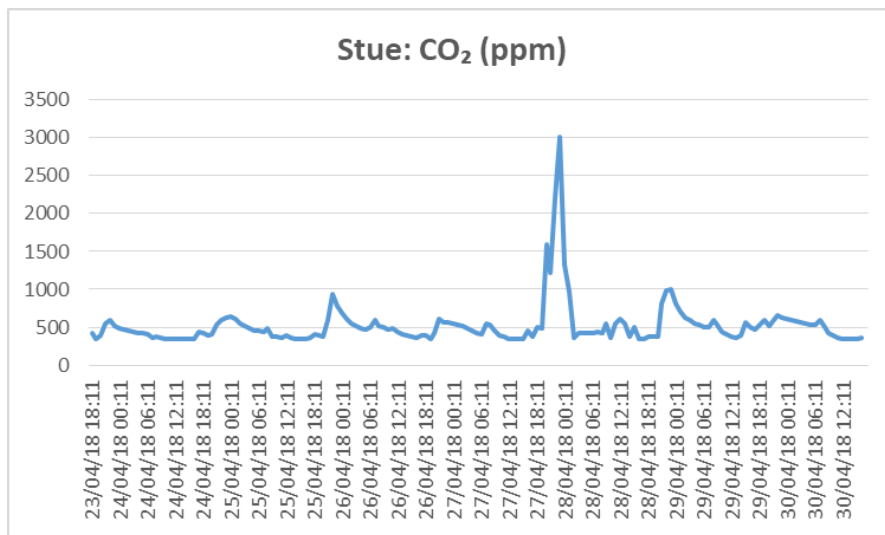
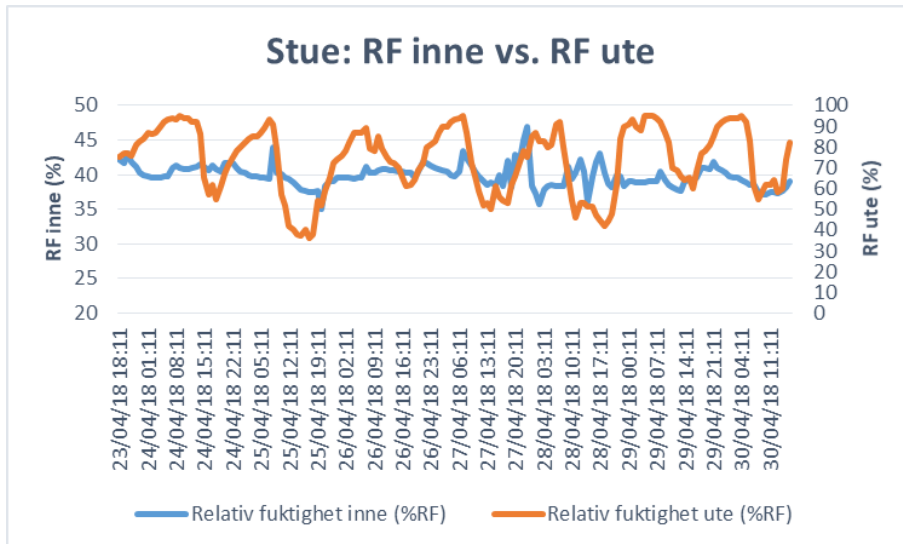
Soverom uke 3:



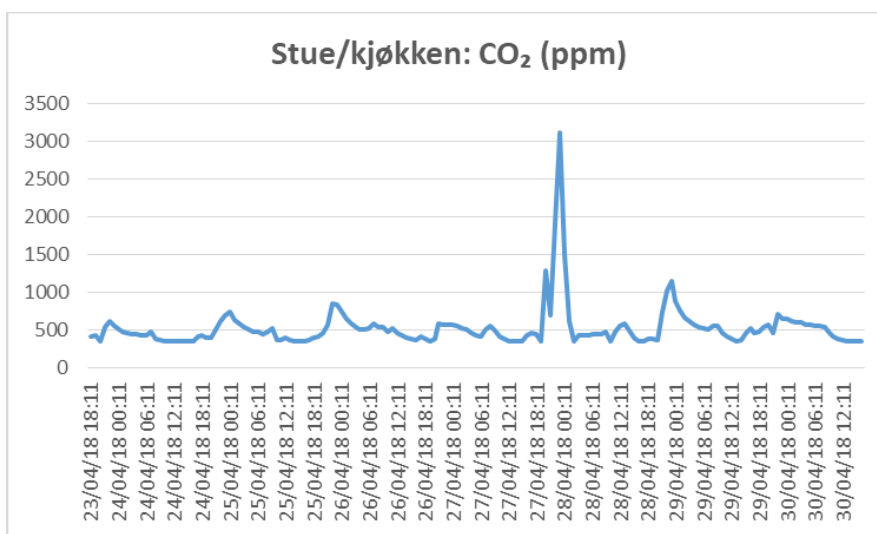
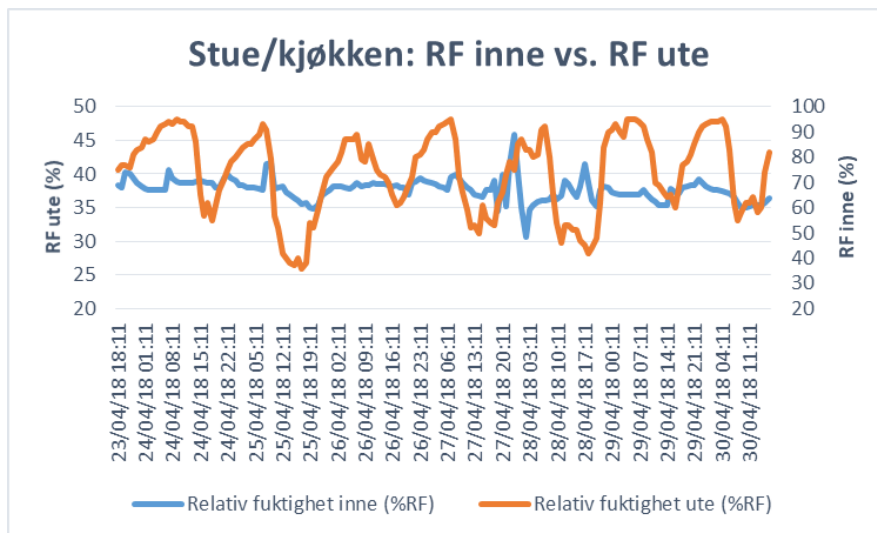
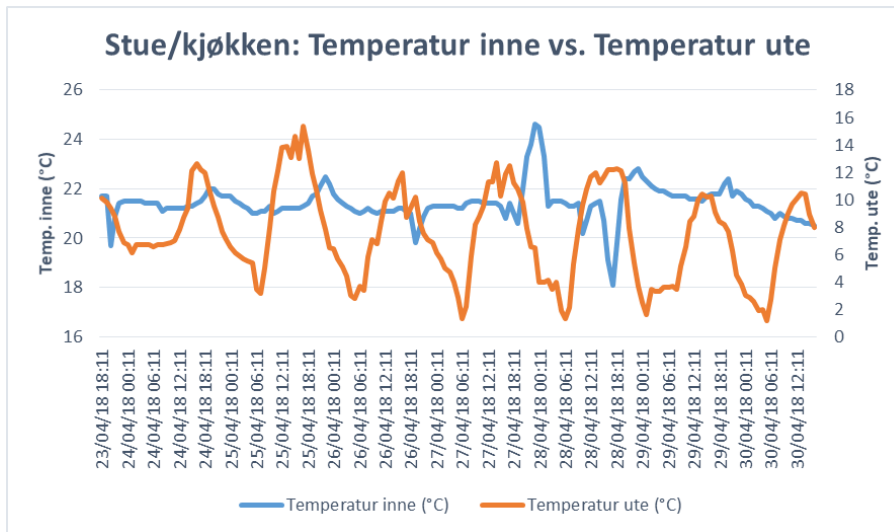


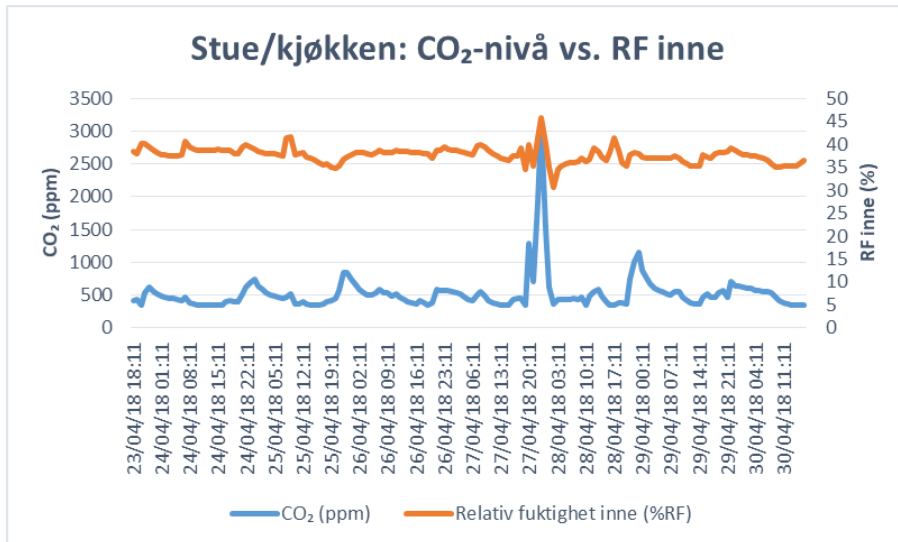
Stue/kjøkken uke 3:





Kjøkken uke 3:





12.12 Svar på spørreundersøkelse

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr luft	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

mye bedre skjema 😊

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!

Spørreundersøkelse Inneklima i Skonnertveien Hageby

Kjønn

- Mann
 Kvinne

Alder

- Under 20 år
 20-40 år
 41- 65 år
 Over 65 år

Hvor mange soverom har boenheten din?

- 1 soverom
 2 soverom
 3 soverom

Hvilken etasje bor du i?

1. etasje
 2. etasje
 3. etasje

Har du merket noen av følgende plager siden innflytting? (Uavhengig om du tror det er relatert til inneklima eller ikke)

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Svimmel/ør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Heshet, tørrhet i halsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr, kløende hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Har du vært plaget med noen av følgende faktorer i leiligheten?

	Ja, ofte (hver uke)	Ja, iblant	Nei, aldri
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For varmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For ujevn (vekslende) temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
For kaldt	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Innestengt og "dårlig luft"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tørr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet med småstøt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tobakksrøyk fra andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støy fra vifte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hvor lenge er vanligvis soveromsvinduet åpent eller på gløtt?

	Ikke i det hele tatt	Noen minutter	Noen timer	Hele natten	Hele døgnet
Om våren/sommeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vinteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvilken lufthastighet/luftmengde for ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- Ventilasjon av
- Lav
- Normal
- Høy
- Vet ikke

Hvilken temperatur på luften fra ventilasjonsanlegget er vanligvis innstilt?

- 10-15 grader
- 16-20 grader
- 21-25 grader
- 26-30 grader
- Vet ikke

Takk for at du svarte på undersøkelsen!