

Knut-Andre Bjørnstad

## Brukertilfredshet i passivhusboliger og sammenligning med boliger bygget etter TEK10 og TEK07

Opplevelser om inn klima og innemiljø, arkitektonisk og teknisk utforming



Masteroppgave i eiendomsutvikling og forvaltning  
Trondheim, juni 2016

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for arkitektur og billedkunst  
Institutt for byggekunst, prosjektering og forvaltning



Oppgavens tittel: Brukertilfredshet i passivhusboliger, og sammenligning med boliger bygget etter TEK10 og TEK07	Dato: 17/06-2016		
	Antall sider (inkl. bilag): 107		
Navn: Knut-Andre Bjørnstad	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave
Faglærer/veileder: Inger Andresen			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

Ekstrakt:

Et passivhus er konstruert for å kunne oppnå et lavere energiforbruk sammenlignet med mer konvensjonelle hus og bygninger. I passivhus er det strenge krav til presisjon, mengde isolasjon, prosjektering og utførelse. Det er ekstra fokus på isolering, en fuksikker byggeprosess og tetthet. Likevel, passivhus er et konsept og en byggeteknisk standard som har vekket både positive og negative assosiasjoner blant befolkningen og i media. Blant annet er det fremkommet utfordringer med overoppheting spesielt om sommeren, tørr luft og innestengt luft. For lite dagslystilgang og vanskelig å oppnå tilstrekkelig ventilasjon er også bemerket.

Utgangspunktet for denne studien har derfor vært å finne ut hva et bredt antall beboere i passivhus tenker og opplever om det å bo i et passivhus, med fokus på inneklima og innemiljø, arkitektonisk og teknisk utforming. Samtidig har oppgaven også som formål å sammenligne opplevelsene i passivhus med opplevelsene i andre nyere boliger, herunder boliger bygget etter TEK10 og TEK07. Følgende problemstillingen er derfor utformet:

*"Er opplevd termisk komfort og tilfredsheten med inneklima i passivhus god? "Er opplevelsene i passivhus spesielt knyttet til passivhus eller er de like aktuelle for nye boliger generelt?"*

Opgaven bygger derfor på en spørreundersøkelse utsendt til et bredt omfang av beboere i passivhus og boliger bygget etter TEK10/07. Resultatene fra studien viser at en stor andel av beboere i passivhus jevnt over er fornøyd med det å bo i et passivhus, samt de funksjonene og omgivelsene som er i en slik bolig. Undersøkelsen avdekker likevel noen utfordringer knyttet til for eksempel overtemperatur og luftkvalitet som også er i samsvar med resultater fra tidligere og andre studier.

Spørreundersøkelsen har også vist at de opplevelsene og utfordringene som er i et passivhus også forekommer i boliger bygget etter TEK10/07. Resultatene viser at beboere i passivhus faktisk er noe *mer* tilfredse enn beboere i boliger bygget etter TEK10/07 på de aller fleste områder som spørreundersøkelsen berører.

Stikkord:

1. Passivhus
2. Inneklima og innemiljø
3. Sammenligning av passivhus og TEK10/07
4. Opplevelser, forventinger og utfordringer

Knut-Andre Bjørnstad

(sign.)



## Forord

Dette er en masteroppgave i faget AAR4992 "Masteroppgave i eiendomsutvikling og forvaltning". Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og er skrevet som en avsluttende del av studiet "Master i eiendomsutvikling og forvaltning" ved Norges tekniske og naturvitenskapelige universitet (NTNU), fakultet for arkitektur og billedkunst, institutt for byggekunst, prosjektering og forvaltning. Arbeidet med masteroppgaven har vært gjennomført i perioden januar til juni 2016.

Masterprogrammet har gitt meg en god innføring og verdifull kunnskap innen eiendomsfaget, samtidig som arbeidet med selve masteroppgaven har gitt meg en unik innsikt innen det å forske på et aktuelt tema.

Inneklima og innemiljø er viktig for vår helse, trivsel og produktivitet. Vi tilbringer dessuten i gjennomsnitt 90% av vår levetid innendørs. Utvikling av bygg og spesielt boliger som tilrettelegger for best mulig bo- og brukeropplevelse er derfor viktig, samtidig som passivhus er sett på som bygg som skal tilrettelegge for dette. Likevel kan det se ut som om passivhus ikke har nådd ildsjel-nivået blant befolkningen i Norge. Hvordan er opplevelsen og komforten i passivhus? Skiller opplevelsene seg fra andre nyere boliger? Dette har vært styrende for den problemstillingen jeg ønsker å belyse i denne oppgaven.

Oppgaven er utarbeidet selvstendig og har vært svært lærerik og interessant. Arbeidet med oppgaven har til tider vært tidkrevende og det er ingen tvil om at det å skrive en masteroppgave kan gi både oppturer og nedturer. Arbeidet har gitt meg verdifull informasjon og kunnskap om konseptet passivhus som jeg ønsker å bringe med meg videre.

Jeg ønsker å rette en stor takk til min veileder Inger Andresen ved NTNU, som har gitt meg konstruktiv kritikk og tilbakemeldinger samtidig som hun har bistått med gode tips, råd og veiledning underveis i arbeidet.

Jeg ønsker også å rette en takk til alle faglærerne jeg har hatt underveis i studiet som har bidratt til inspirasjon og beriket meg med verdifull kunnskap.

Trondheim, juni 2016

Knut-Andre Bjørnstad





## Sammendrag

Utgangspunktet for denne masteroppgaven har vært å finne ut hvordan selve opplevelsen av det å bo i passivhus er med fokus på inneklima, innemiljø, arkitektonisk og teknisk utforming. Samtidig har målet også vært å finne ut hvorvidt opplevelsene og de eventuelle utfordringene som oppleves i passivhus er spesielt knyttet til passivhus eller om de er like aktuelle for nye boliger generelt.

Både positive og negative opplevelser og meninger knyttes til det å bo i og bygge passivhus. Blant annet i media er det fremkommet både tvetydige og forskjellige meninger om konsekvensene og opplevelsene av det å bo i passivhus.

Problemstillingen jeg har utformet er derfor:

*”Er opplevd termisk komfort og tilfredsheten med inneklima i passivhus god? ”Er opplevelsene i passivhus spesielt knyttet til passivhus eller er de like aktuelle for nye boliger generelt?”*

Metoden jeg har valgt å benytte er deduktive studier med kvantitativ metode. Jeg har derfor i denne studien foretatt en spørreundersøkelse som jeg har sendt ut til et utvalg på 169 personer som bor i passivhus. Hensikten har vært å avdekke hvilke opplevelser beboerne har med tanke på inneklima, innemiljø, arkitektonisk og teknisk utforming av boligen. Passivhusboligene er lokalisert i Miljøbyen Granåsen i Trondheim, samt to ulike borettslag på Mortensrud i Oslo.

For å finne ut hvorvidt opplevelsene og de eventuelle utfordringene som oppleves i passivhus er spesielt knyttet til passivhus eller om de er like aktuelle for nye boliger generelt, har jeg videre foretatt en sammenligning av boopplevelsene i passivhus og boliger bygget etter TEK10 og TEK07 (Teknisk forskrift). I denne sammenligningen var det et utvalg på 146 personer i TEK10/07-boligene og 120 i passivhusboligene. Passivhusene er boligene i Miljøbyen Granåsen i Trondheim og boligene bygget etter TEK10/07 er lokalisert på Grilstad Park i Trondheim. Spørreundersøkelsen ga gode svarandeler som har vært med på å styrke troverdigheten til studien.

I teoridelen har jeg presentert sentral teori rundt hva et passivhuskonsept innebærer og forklart hva som menes med teknisk forskrift. I teoridelen har jeg også gått nærmere inn på relevant teori rundt inneklima, innemiljø og termisk komfort. Jeg har videre studert ulike andre brukerevalueringer av passivhus både nasjonale og internasjonale. De tidligere undersøkelsene viser at det har fremkommet både positive og negative opplevelser med passivhus, selv om det jevnt over virker å være en mer positiv enn negativ opplevelse rundt det å bo i passivhus.

I forbindelse med sammenligningen av passivhus og TEK10/07-boliger, har jeg også sett på tidligere sammenligninger som har gitt meg ytterligere grunnlag for å kunne komme med konklusjoner vedrørende oppgavens problemstillingen.

Spørreundersøkelsen viser til dels resultater som er i samsvar med tidligere studier om passivhus. For eksempel at det foretrekkes forskjellig temperatur i ulike rom, spesielt på soverom hvor det særlig på sommeren oppleves overoppheting og at tilstrekkelig ventilasjon er vanskelig å oppnå. Beboerne synes det er lite tilfredsstillende at regulering av temperaturen på soverommet ikke kan gjøres uavhengig av resten av boligen.

Likevel har spørreundersøkelsen og studien vist at opplevelsene i passivhus ikke utelukkende kan knyttes til *konseptet* passivhus, men til nyere boliger generelt. Overoppheting, tørr luft spesielt om vinteren, samt misnøye med blant annet mangel på separat ventilasjonsanlegg i blant annet soverom har også vist seg å være gjeldende i TEK10/07-boliger.

Samtidig viser spørreundersøkelsens funn til tider noen overraskende resultater, hvor passivhusene kommer *bedre* ut enn TEK10/07-boligene. En potensiell viktig forklaring på dette kan være at brukere har en høyere toleranse for mangler i energieffektive hus (som for eksempel passivhus) enn i hus uten en energieffektiv profil (Leaman & Bordass, 2007).

Min konklusjon basert på de funn og resultater som er gjort i studien, må være at de utfordringene som oppleves i passivhus, ikke er knyttet kun til passivhus. Det ser derimot ut til at passivhus og nyere boliger fortrinnsvis bygd etter TEK10 og TEK07, kan ha de samme utfordringene.

## Innholdsliste

Forord.....	iii
Sammendrag.....	v
Innholdsliste.....	vii
Figurliste.....	ix
Tabelliste.....	xii
Oppgavens oppbygging.....	xiii
<b>1. Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn for valg av oppgave .....	1
1.2 Formål .....	4
1.3 Problemstilling .....	4
1.4 Forskningsspørsmål.....	5
1.5 Oppgavens omfang og avgrensninger .....	6
1.6 Valg av passivhusboliger .....	7
1.7 Valg av boliger bygget etter TEK10 og TEK07 .....	9
<b>2. Teori og litteratur</b> .....	<b>12</b>
2.1 Byggteknisk forskrift .....	12
2.2 Presentasjon av passivhuskonseptet .....	14
2.3 Inneklima og innemiljø .....	15
2.4 Energieffektive boliger for fremtiden .....	18
2.5 Barrierer, muligheter og begrensninger for passivhus .....	20
2.6 Tidligere forskning på brukerevaluering og tilfredshet i passivhus .....	21
2.7 Økonomisk aspekt .....	26
2.8 Brukertilfredshet .....	27
<b>3. Metode</b> .....	<b>29</b>
3.1 Introduksjon til metode .....	29
3.2 Kvantitativ metode .....	30
3.3 Kvalitativ metode .....	30
3.4 Anvendt metode .....	31
3.4.1 Litteraturstudier .....	33
3.4.2 Tidligere forskninger og evalueringer av passivhus .....	34
3.4.3 Spørreundersøkelse av beboere .....	34
3.5 Utvalg av spørsmål til spørreundersøkelsen .....	37
3.6 Utforming av svaralternativer .....	38
3.7 Undersøkelsens kvalitet .....	39
3.7.1 Validitet .....	39
3.7.2 Reliabilitet .....	40
3.8 Etikk i forskning .....	41

<b>4. Resultater</b> .....	43
4.1 Utvalg og respons .....	43
4.2 Feilmargin og konfidensintervall.....	45
4.3 Feilkilder.....	47
4.4 Resultat fra passivhusboligene.....	48
4.5 Sammenligning av resultater fra passivhus og TEK10/07-boliger .....	57
<b>5. Diskusjon av resultater</b> .....	67
5.1 Innledning.....	67
5.2 Diskusjon av resultater fra passivhusboliger.....	68
5.3 Diskusjon av resultater fra sammenligning av passivhusboliger og TEK10/07-boliger.....	77
<b>6. Konklusjon</b> .....	86
<b>7. Referanseliste</b> .....	90
<b>8. Vedleggsliste</b> .....	96

Vedlegg 1 Utledning av spørsmålsrekke

Vedlegg 2 Henvendelse i spørreundersøkelse

Vedlegg 3 Spørreundersøkelse

Vedlegg 4 Skisser og fasader

## Figurliste

**Figur 1:** *Negative publikasjoner om passivhus.* Illustrasjon: Enova.  
(Hentet 23.09.15)

**Figur 2:** *Miljøbyen Granåsen* Illustrasjon: Heimdal Bolig.  
Tilgjengelig fra:  
<http://www.enova.no/innsikt/historier/forbildebygg/boligomrader-boliganlegg/miljobyen-granasen/676/1547/>  
(Hentet 07.09.15)

**Figur 3:** *Rudshagen Borettslag* Illustrasjon: OBOS.  
Tilgjengelig fra:  
<https://www.obos.no/om-obos/nyheter/borettslag-for-fremtida>  
(Hentet 23.09.15)

**Figur 4:** *Stenbråtlia Borettslag* Illustrasjon: Rambøll.  
Tilgjengelig fra:  
<http://www.1-2-tre.no/category/referanser-elementer/>  
(Hentet 23.09.15)

**Figur 5:** *Grilstad Park* Illustrasjon: Eiendomsmegler1.  
Tilgjengelig fra:  
<https://eiendomsverdi.no/app/appSingleEstate.aspx>  
(Hentet 23.09.15)

**Figur 6:** *Balansert ventilasjon* Illustrasjon: Sintef Byggforsk.  
Tilgjengelig fra:  
<https://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=529&sectionId=2>  
(Hentet 03.03.16)

**Figur 7:** *Utvikling av energieffektive bygg.* Illustrasjon: Sintef Byggforsk.  
Tilgjengelig fra:  
<http://lavenergiprogrammet.no/aktuelt/forsker-flytter-inn-i-nullutslippshus/>  
(Hentet 25.09.15)

**Figur 8:** *Formel for en kundes opplevelse av tilfredshet* Banken, K. og Solberg, S. L., (2002) *Markedsplanlegging. Fra visjon til kundetilfredshet.* Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

**Figur 9:** *Forklarende modell for induktive og deduktive studier.* Illustrasjon: Sander, K (2016). Tilgjengelig fra:  
<http://kunnskapscenteret.com/induktiv-deduktiv/>  
(Hentet: 06.10.15)

**Figur 10:** Fornøydhet med ventilasjonsanlegget under 3 gitte forhold.

**Figur 11:** Grad av oppfyllelse av forventninger til boligen.

**Figur 12:** Grav av fornøydhet med ulike forhold i boligen.

**Figur 13:** Grad av fornøydhet med inneklimaet generelt.

**Figur 14:** Opplevelse av inneklimaets påvirkning på helse.

**Figur 15:** Årsak til misnøye med luftkvaliteten.

**Figur 16:** Opplevd romtemperatur sommer og vinter.

**Figur 17:** Opplevde ubehag/plager med romtemperatur om vinteren.

**Figur 18:** Syn på opplevd luftfuktighet i boligen om vinteren.

**Figur 19:** Syn på opplevd luftfuktighet i boligen om sommeren.

**Figur 20:** Grad av fornøydhet med oppvarmingsløsningen på stue/spisestue, soverom og bad.

**Figur 21:** Årsak til misnøye med oppvarmingsløsningen på stue/spisestue.

**Figur 22:** Årsak til misnøye med oppvarmingsløsningen på soverom.

**Figur 23:** Årsak til lukket vindu.

**Figur 25:** Årsak til åpent vindu.

**Figur 26:** Behovet for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft i boligen.

**Figur 27:** Grad av fornøydhet med effekten på varmesystemet i boligen.

**Figur 28:** Grad av fornøydhet generelt med inneklimaet i boligen.

**Figur 29:** Grad av oppfyllelse av forventninger til boligen passivhus vs TEK10/07.

**Figur 30:** Grad av oppfyllelse av forventninger til boligen passivhus vs TEK10/07.

**Figur 31:** Grad av opplevelse av inneklimaets påvirkning på helsen.

**Figur 32:** Fornøydhet med lydisolering mot uteområder.

**Figur 33:** Fornøydhet med utsyn via vinduer.

**Figur 34:** Fornøydhet med luftkvalitet i boligen.

**Figur 35:** Fornøydhet med planløsning og arkitektonisk utforming.

**Figur 36:** Fornøydhet med dagslys i boligen.

**Figur 37:** Fornøydhet med temperaturforhold i boligen.

**Figur 38:** Opplevd romtemperatur stue/spisestue i passivhus og TEK10/07-boliger sommer og vinter.

**Figur 39:** Opplevd romtemperatur i soverom i passivhus og TEK10/07-boliger sommer og vinter.

**Figur 40:** Grad av behov for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft.

**Figur 41:** Grad av fornøydhhet med effekten på varmesystemet.

**Figur 42:** Opplevde ubehag/plager ifm romtemperatur om vinteren.

**Figur 43:** Opplevde ubehag/plager i forbindelse med romtemperatur om vinteren.

**Figur 44:** Figur 44: Opplevd luftfuktighet vinter.

**Figur 45:** Opplevd luftfuktighet sommer.



## Tabelliste

**Tabell 1:** *De 6 forskjellige innemiljø. Illustrasjon: Edvardsen (2009) Hus og helse. Oslo: SINTEF Byggforsk.*

**Tabell 2:** *Forholdet mellom tilfredshet og viktighet. (Riksrevisjonen og forvaltningsrevisjonen, 2006) Gjennomføring av brukerundersøkelser i forvaltningsrevisjonen. Oslo: Riksrevisjonen og Forvaltningsrevisjonen.*

**Tabell 3:** Svarandel i passivhusboligene.

**Tabell 4:** Svarandel på Grilstad Park (TEK10/07).

**Tabell 5:** Statistisk oversikt av utvalg og svarandel.

**Tabell 6:** Likheter og ulikheter i boligene i Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park.

**Tabell 7:** Utvalg og respondenter Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park.

## Oppgavens oppbygging

Masteroppgaven er strukturert i ulike hovedkapitler med underkapitler. Rapportens oppbygging består av hovedkapitlene "innledning", "teori og litteratur", "metode", "analyse, funn og resultat", "drøfting" og konklusjon". Nedenfor vil jeg kort oppsummere innholdet i hvert kapittel av masteroppgaven.

### **Innledning**

I rapportens innledning vil formålet samt bakgrunn for valg av tema og fagfelt gjøres rede for. Dette gir altså en presentasjon av utgangspunktet til undersøkelsen som skal gjennomføres. Deretter omhandler kapittelet en beskrivelse av oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Til slutt beskrives oppgavens omfang og avgrensninger.

### **Teori og litteratur**

I dette kapittelet presenteres relevant teori og teorifundament for masteroppgaven. Samtidig gir kapittelet et teoretisk rammeverk som benyttes videre i diskusjonen.

### **Metode**

I dette kapittelet gis en introduksjon til metode, en redegjørelse for studiens metodiske tilnærming, samt hvordan den skal sikre en forskningsmessig god studie. Det gjøres også rede for masteroppgavens og undersøkelsens anvendte metode samtidig som det undersøkelsens validitet og reliabilitet beskrives.

### **Analyse, funn og resultat**

I dette kapittelet fremkommer resultatene av studien. Kapittelet omhandler derfor en fremstilling og analyse av funnene fra oppgavens undersøkelse.

### **Drøfting**

Dette kapittelet vil omhandle en drøfting og diskusjon av de resultatene som fremkommer av undersøkelsen. Resultatene og diskusjonen vil knyttes opp i mot teorien og litteraturen for å se hvorvidt funnene i undersøkelsen relaterer seg til tidligere forskning på området.

## **Konklusjon**

I det siste kapittelet vil det forsøkes å trekke konklusjoner på bakgrunn av resultatene og det teoretiske rammeverket fra teorikapittelet. Problemstillingen og forskningsspørsmålene vil bli besvart. Avslutningsvis vil det gis anbefalinger til videre forskning.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn for valg av oppgave

Det snakkes stadig oftere om ”det grønne skiftet”. Med dette menes en overgang fra energikilder som olje og gass til mer fornybare energikilder. Det handler om at fornybare energikilder, som for eksempel energieffektivisering i boliger, elbiler og andre sentrale klimaløsninger skal bli konkurransedyktige i markedet og dominere verdens energiforsyning (Holm, 2014). Det ”grønne skiftet” har som mål å sette fokus på viktigheten av fornybare energikilder som skaper miljøvennlige løsninger og optimisme for klimaet vi lever i.

I byggesektoren og i eiendomsutviklingen har det grønne skiftet vist seg blant annet i form av energieffektivisering. En slik effektivisering har fått et stadig økende behov og fokus, både nasjonalt og internasjonalt. Nasjonalt vises dette gjennom økende energikrav i de teknisk forskriftene og insentiver fra myndighetene i form av blant annet støtte fra Enova for investeringstiltak for å oppnå passivhus eller lavenergibygg (Enova, 2015). Energimerkeordningen fra NVE (Norges vassdrag- og energidirektorat) og gunstige lånebetingelser fra Husbanken er også insentiver fra myndighetene som øker fokuset på energieffektivisering. Internasjonalt vises dette gjennom for eksempel EU-direktivet EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) som har til hensikt til å få medlemslandene i EU til å øke de nasjonale byggereguleringene til et nesten-null-energi-nivå. (Rojas et al., 2015). Direktivet består av en rekke tiltak for å forbedre energieffektiviseringen av nye og eksisterende bygninger. Det er et stadig større fokus på å bygge mer energieffektive bygg. Energieffektivisering har blitt viktig for mange aktører i et byggeprosjekt, sett ut i fra både utbyggers, entreprenørers og leietakeres/brukeres perspektiv.

Passivhusstandard på bygg og eiendommer er et eksempel på et sentralt skritt på veien mot et nullutslipps-samfunn. Konseptet har fokus på meget god varmeisolasjon og minimale luftlekkasjer fra bygningskroppen, utnyttelse av passiv solvarme, og balansert ventilasjon med høy varmegjenvinning. Dette betyr at oppvarmingsbehovet er redusert til et minimum, og oppvarmingsløsningen kan derfor forenkles betraktelig noe som medfører reduserte installasjons- og driftskostnader til oppvarming.

Fokuset på bærekraftige løsninger har altså gjort seg mer og mer gjeldende i samfunnet. Dette har også gjenspeilet seg i boligutviklingen hvor passivhus, miljøbyer, og selvforsynende bygninger har kommet på dagsordenen. Det har likevel ikke blitt et selvsagt alternativ for boligkjøpere -og byggere i Norge. Det har

derimot blitt bygget flere tusen passivhusboliger i Europa, noe som har ført til utvikling av en god kunnskap innenfor oppføring av slike hus. (Dokka et al., 2010). Tyskland og Østerrike har høyest andel, mens Norge fremdeles ikke ligger i toppsiktet i forbindelse med oppføring av slike boliger (Dokka et al., 2010). Det kan se ut til at den tradisjonelle boligen fremdeles har et veldig godt fotfeste blant den norske befolkningen. Det er imidlertid viktig å bemerke at det ikke er usannsynlig at det vil forekomme høyere energipriser i årene som kommer. Dette vil i så fall tvinge oss til å se etter andre løsninger. En utvikling av mer energieffektive bygg vil også gi spennende muligheter innenfor arkitektur, komfort og miljøløsninger (Tvedten, 2010).

Dette gjør at blant annet passivhusstandard trolig blir et viktig skritt på veien mot et bærekraftig klima og et samfunn med fornybare energikilder og nullutslippsfokus. Samtidig ønsker mange forkjempere for passivhus at konseptet skal bli standard i hele byggenæringen. Et skritt i denne retningen er blitt gjort når den reviderte tekniske forskriften som trådte i kraft 01.01.2016 (med ett års overgangsordning), har lagt seg på passivhusnivå. (Direktoratet for byggkvalitet, 2015). Dette innebærer "omtrentlig passivhusstandard. I henhold til EPBD (2010) omfatter i tillegg klimaforliket ambisjoner om nesten nullenergi i boliger innen 2020. Bokomfort og inneklimate har dessuten blitt en viktig del av den norske helsepolitikken, og konstruksjonen av energieffektive bygninger har samtidig fokus på skape et godt inneklimate.

På tross av dette gis det inntrykk av at det er for liten interesse for passivhusstandard i Norge. Konseptet har foreløpig ikke blomstret for fullt i Norge, noe som kan ha flere årsaker. For at dette konseptet skal lykkes er det behov for kompetanseutvikling på området samtidig som det er nødvendig med tilpasning av en slik byggestandard til norske forhold, norsk byggetradisjon og norske bestemmelser (Enova, 2011).

Det har tidligere fremkommet flere studier som viser at beboere er meget fornøyd med energieffektive boliger. Når man derimot graver litt dypere, ser vi at det oppstår forskjellige meninger som er viktige å bemerke (Thomsen et al., 2013). Det har også blandt beboere i passivhus oppstått forskjellige meninger om nettopp bokomfort, inneklimate og boopplevelse. Brukerevalueringer av energieffektive bygg har gitt varierte resultat. På tross av at folk har forskjellig opplevelse av kvalitet, kan det likevel tyde på at kvaliteten av bygningene er forskjellige. I følge Enovas kjøpsveileder for passivhus (2011) fremkommer det at kjøpere av passivhus opplever at slike hus gir dem betydeligere energibesparelser og bedre inneklimate. Det fremkommer samtidig andre publikasjoner som forteller at passivhuskonseptet ikke er så tilfredsstillende som det fremstilles. Det er derfor interessant å se nærmere på brukertilfredsheten i passivhusboliger for så å

sammenligne med boliger bygget etter TEK10 og TEK07. Dette får å se hvorvidt disse utfordringene kan relateres til å gjelde nyere boliger generelt, eller kun passivhus.

Det har i ettertid av oppføring av passivhus blitt publisert flere artikler på ulike nettsider, aviser og magasiner om uheldige virkninger eller svakheter ved passivhus. (Se figur 1). Passivhus er blitt et fenomen som vekker både positive og negative assosiasjoner blant folk. Tilhengere av passivhus trekker frem god arkitektur, uttrykk og funksjonalitet, høy komfort, god tilgang på dagslys, samt enkle å drifte og vedlikeholde. De sier også at husene er miljøvennlige, energieffektive og økonomiske. (Lavenergiprogrammet, 2013). Samtidig kritiserer motstanderne av passivhus akkurat de samme faktorene. Herunder at de er stygge, upraktiske, for liten tilgang på dagslys og utfordringer knyttet til inneklimate samt overtemperatur om sommeren.



Figur 1: Negative publikasjoner om passivhus.

Bakgrunnen for oppgaven handler altså om å kunne analysere i hvor stor grad brukerne av passivhus er fornøyde med boligen eller ikke. I tillegg er det interessant å se om brukeropplevelsen i et passivhus virkelig er bedre enn andre typer nyere boliger, samt hvorvidt utfordringene i passivhus kun gjelder for passivhus.

Det er tidligere ikke gjort så mye undersøkelser på å sammenligne brukeropplevelser av passivhusboliger og andre boliger. Dette gir samtidig mulighet til å se om de utfordringene som gjelder i et passivhus i forhold til andre boliger, virkelig gjør at bokomforten og boopplevelsen blir vesentlig bedre i passivhuset. Det åpner også opp for muligheten til å se som de aktuelle utfordringene med passivhus har en stor utbredelse eller om dette handler om riktig bruk av boligen. I tillegg til dette har jeg et personlig ønske om å øke min egen kompetanse for passivhus. Dette på grunnlag av at jeg tror passivhus og energieffektive boliger kommer til å være et fremtidsrettet fagfelt i boligutviklingen i årene som kommer.

## 1.2 Formål

Formålet med masteroppgaven er å kartlegge brukeropplevelser for passivhusboliger og TEK10-og TEK07-boliger. Herunder å kunne belyse hva brukeropplevelsen forteller oss om passivhus, og hvorvidt selve boopplevelsen med fokus på inneklima er bedre i et passivhus. På den måten kan jeg finne ut om de tekniske forbedringene som skiller et passivhus fra en TEK10 og TEK07-bolig faktisk resulterer i et bedre inneklima og brukeropplevelse i boliger. Svarene av en slik undersøkelse vil derfor kunne gi en pekepinn på om artikler som vist i figur 1 er en oppfatning som brukere av passivhus kjenner seg igjen i.

Passivhuskonsept er et stort skritt på veien mot såkalte Zero Emission Buildings (Nullutslippshus eller plusshus) der bygget i seg selv produserer mer energi enn det forbruker. Passivhus kommer i fremtiden til å bli et forskriftskrav (Enova, 2011), hvilket det allerede er i ferd med å bli basert på de økende energikrav i tekniske forskrift revidert 01.01.16. Formålet med masteroppgaven er derfor å kunne finne ut hva brukertilfredsheten i passivhus forteller oss om inneklima og miljø i konseptet, og hvorvidt tilfredsheten med inneklimaet er bedre enn i boliger bygget etter TEK10/07.

## 1.3 Problemstilling

I følge Johannessen et al. (2015) kan en problemstilling defineres som et ”spørsmål som blir stilt med et bestemt formål, og på en så presis måte at det lar seg belyse gjennom bruk av samfunnsvitenskapelige metoder”. Med dette i fokus vil problemstillingen som utarbeides bli en veileder for hva masteroppgavens innhold i all hovedsak skal dreie seg om. Den bidrar også til å avgrense og gi retning til det videre arbeidet. (Johannessen et al., 2015).

I forbindelse med utforming av problemstillingen, kommer jeg med en antakelse som skal gi grunnlag problemstillingen og forskningsspørsmålene. Min antakelse er at det eksisterer en del fordommer om brukeropplevelsen av passivhus. Blant folk har det dukket opp en del spørsmål og usikkerheter som for eksempel:

- *Hvor sunt er det egentlig å bo i et passivhus?*
- *Blir det alt for varmt om sommeren?*
- *Opplevs luftkvaliteten i et passivhus som tett og innestengt?*
- *Blir huset fullt av automatikk og tekniske duppeditter?*
- *Er det mulig å åpne vinduer og dører?*
- *Får boligen dårlig luftkvalitet?*

Disse usikkerhetene danner grunnlag for problemstillingen som jeg ønsker å få svar på gjennom oppgaven. For å utforme problemstillingen har jeg også tatt i bruk metoden beskrevet av både Halvorsen (Halvorsen, 2011) og Fellows & Liu (Fellows & Liu, 2008). Denne metoden anbefaler å gjennomgå en bestemt spørsmålsrekke. Tabellen som oppsummerer spørsmålsrekken følger som vedlegg 1.

Det er i tillegg skrevet en rekke publikasjoner om passivhus og lavenergihus, samt fordeler, ulemper, positive og negative opplevelser av konseptet. Dette er for øvrig nærmere beskrevet i teoridelen av oppgaven. Det er derfor interessant å se nærmere på om brukere av passivhus opplever at konseptet er like tilfredsstillende som det markedsføres eller om konseptet har utfordringer og barrierer sammenlignet med et vanlig hus bygget etter kravene og forskriftene i TEK10 og TEK07. På bakgrunn av formålet med masteroppgaven, spørsmålsrekken i vedlegg 1, samt antakelsene som er nevnt, ønskes følgende problemstilling besvart:

*”Er opplevd termisk komfort og tilfredsheten med inn klima i passivhus god?  
”Er opplevelsene i passivhus spesielt knyttet til passivhus eller er de like aktuelle for nye boliger generelt?”*

## **1.4 Forskningsspørsmål:**

Forskningsspørsmål skal være klare, tydelige og lett forståelige. De skal også kunne besvares og i tillegg være relatert til hverandre på en meningsfull måte og forme en større helhet.

Basert på bakgrunnen av oppgaven, formål og problemstillingen har jeg utarbeidet 4 forskningsspørsmål som søkes besvart i oppgaven. Av disse 4 forskningsspørsmålene er de to første relatert til problemstillingens første del, herunder tilfredsheten i passivhus. De to siste forskningsspørsmålene retter seg mer i mot problemstillingens andre del, hvilket er sammenligningen av passivhusene og boligene bygget etter TEK10/07.



**Forskningsspørsmål 1:**

Hvordan opplever beboerne i passivhus inneklime, luftkvalitet, romtemperaturer og teknisk utforming?

**Forskningsspørsmål 2:**

Er beboerne i passivhus fornøyde med ventilasjonsanlegget og oppvarmingsløsningen?

**Forskningsspørsmål 3:**

Opplevs overoppheting av boligen om sommeren som et større problem i en passivhusbolig enn i en bolig bygd etter TEK10/07?

**Forskningsspørsmål 4:**

Er den opplevde luftkvaliteten, termisk komfort og tilfredshet med boligens utforming forskjellig for de ulike typene bolig?

## **1.5 Oppgavens omgang og avgrensinger**

Rapporten utgjør masteroppgaven som har vært utarbeidet i tidsrommet januar til juni 2016, som en avsluttende rapport etter fullført studieprogram.

Masteroppgaven vil være det totale vurderingsgrunnlaget i emnet AAR4992 – ”Masteroppgave i eiendomsutvikling og forvaltning” ved Norges Tekniske og Naturvitenskapelige universitet (NTNU). Masteroppgaven utgjør 30 av totalt 120 studiepoeng i masterstudiet i Eiendomsutvikling og forvaltning.

Masteroppgavens tema og problemsstilling innebærer som nevnt en undersøkelse av brukertilfredsheten blant private brukere av passivhus og boliger bygget etter TEK07 og TEK10, for å se om passivhuskonseptet gir en bedre, dårligere eller lik bruker- og boopplevelse. For å kunne komme med troverdige konklusjoner om passivhuskonseptet har nådd de forventingene som folk har til passivhus, har det vært nødvendig å innhente informasjon fra et bredt antall personer. Jeg har derfor valgt å ta for meg et stort boligområde eller boligprosjekt i Trondheim, herunder Miljøbyen Granåsen bygd av utbygger Heimdal Bolig. Miljøbyen Granåsen er et unikt konsept da dette er Norges aller største boligfelt bestående av passivhus.

I tillegg har jeg valgt å ta med to andre boligfelt med passivhusstandard for å styrke underlagsmaterialet og forskningen. Disse to boligfeltene er:

- Rudshagen Borettslag i Oslo (Eneboliger)
- Stenbråtlia Borettslag i Oslo (Eneboliger)

Som en viktig del av oppgaven sammenlignes også passivhus med andre nyere boliger, herunder boliger bygd etter TEK10/07. Det er derfor i oppgaven valgt å sammenligne passivhusene i Miljøbyen Granåsen med boligene på Grilstad Park i Trondheim som er bygget etter forskriftene og kravene i TEK10 og TEK07.

Evaluering av de svarene som blir gitt, gir meg en mulighet til å kunne besvare forskningsspørsmålene og samtidig være et verktøy for å kunne besvare oppgavens problemstilling.

De resultatene som fremkommer av oppgaven baserer seg hovedsakelig på kvantitativ metode. Resultatene som fremkommer er et produkt av analyse av innhentet data, dokumentasjon, rapporter og spørreundersøkelser.

## 1.6 Valg av passivhusboliger

Det er få passivhusboliger i Norge som per i dag er evaluert, og disse har ikke kunnet bli fulgt opp over lang tid ettersom passivhus er relativt nytt i Norge. I tillegg lar det seg vanskelig gjøre å finne objekter som er 100% sammenlignbare. Dette med tanke på både teknisk oppbygging, planløsning og arkitektonisk utforming, og type ventilasjons- og oppvarmingssystem. De forskjellige passivhusprosjektene kan samtidig ha ulike forutsetninger når de svarer på undersøkelsen, herunder blant annet ulik arkitektonisk utforming og planløsning, ulik beliggenhet og vending, og ulike oppvarmings- og ventilasjonssystem. Likevel vil diskusjonen og sammenligningen som gjøres prøve å være på et så generelt grunnlag at de forskjellene og ulikhetene som fremkommer vil kunne gi svar på problemstillingen.

### Miljøbyen Granåsen



Figur 2: Miljøbyen Granåsen, Granåslia, Trondheim

For å kunne si noe om den utbredte opplevelsen og tilfredsheten med passivhus, er det naturlig henvende seg til Miljøbyen Granåsen i Trondheim da dette er Norges største boligfelt kun bestående av passivhus. Det store boligfeltet som omfatter ca. 28 000 kvm er lokalisert på østsiden av Trondheim. Bebyggelsen består av ca. 300 enheter, derav 17 eneboliger, 80 rekkehus og 210 leiligheter med passivhusstandard. (Husbanken, 2013).

Prosjektet var et av de første passivhusutbyggingene i Norge. Salgsstart for prosjektet var i slutten av august 2010 og første innflytting skjedde i 2012. Siste byggetrinn er nå påbegynt og forventet innflytting var i mai 2016. Alle boligene er energiberegnet og tilfredsstillende passivhuskravene i henhold til Norsk Standard 3700. Alle boligene har fjernvarmeanlegg via radiatorer.

I vedlegg 4 finnes skisser av eneboligene, rekkehusene og leilighetene i Miljøbyen Granåsen.

Jeg har også valgt å sende ut spørreundersøkelsen til passivhus-boligfelt i en annen landsdel enn i Trøndelag. Dette fordi det kan være forskjeller med tanke på klima og temperaturforhold, landskapsforskjeller, ulike byggemåter og landområder. Disse forskjellene vil likevel ikke studeres i denne oppgaven, men vil bidra til et mer troverdig gjennomsnitt av brukertilfredshet i passivhus, enn dersom kun Miljøbyen Granåsen var representert.

### **Rudshagen borettslag på Mortensrud i Oslo**



Figur 3: Rudshagen borettslag, Mortensrud, Oslo

Spørreundersøkelsen er derfor også gjennomført i Rudshagen borettslag. Dette boligfeltet er lokalisert sørøst for Oslo og består av 17 eneboliger som også er oppført i passivhusstandard. Disse ble oppført av OBOS og bygget i 2011. Rudshagen borettslag var i tillegg det første boligfeltet med passivhusstandard i

Oslo. Boligene har varmepumpe luft til vann og vannbåren gulvvarme.

I vedlegg 4 finnes skisse over eneboligene i Rudshagen borettslag.

### **Stenbråtlia borettslag i Oslo**



Figur 4: Stenbråtlia borettslag, Mortensrud, Oslo

Spørreundersøkelsen ble også gjennomført i Stenbråtlia borettslag. Dette borettslaget består av 34 passivhusboliger i form av rekkehus. Rekkehusene er lokalisert like i nærheten av Rudshagen borettslag på Mortensrud øst i Oslo. Byggingen startet i mai 2013 og innflytting skjedde i november 2014. Disse boligene har solfangere på taket og vannbåren gulvvarme. Rekkehusene i Stenbråtlia er oppført som elementbygg med to eller tre etasjer. Terrenget er sterkt skrånende mot vest, og alle boligrekkene er lagt nord-sør for å gi enhetene best mulig sol- og utsiktsforhold, samt god utnyttelse av solenergien.

I vedlegg 4 finnes skisser av eneboligene i Stenbråtlia borettslag.



## 1.7 Valg av boliger bygget etter TEK10 og TEK07

Til sammenligningen av passivhus med boliger bygget etter TEK10 og TEK07, er det valgt å sammenligne passivhusene i Miljøbyen Granåsen i Trondheim med et tilsvarende stort boligområde med boliger bygget etter TEK10 og TEK07.

### Grilstad Park

Grilstad Park i Trondheim har boliger bygget etter disse tekniske forskriftene og er derfor valgt ut som sammenligningsobjekt ut på bakgrunn av de mange likhetstrekkene disse boligene har med passivhusene i Miljøbyen Granåsen.

Grilstad Park er også lokalisert på østsiden av Trondheim, ikke langt unna Miljøbyen Granåsen. Boligfeltet omfatter omkring 350 boenheter fordelt på både eneboliger, rekkehus og leiligheter (Andersen, 2014). Leilighetene i byggefelt B3 er bygget etter TEK10, mens de øvrige eneboligene, rekkehusene og leilighetene er bygget etter TEK07. Alle boligene har fjernvarme-anlegg via radiatorer.



Figur 5: Grilstad Park, Ranheim, Trondheim

Utbygging av prosjektet Grilstad Park startet i 2009 med eneboligene. Disse ble innflyttet i 2010. De tre delfeltene med rekkehus ble ferdigstilt og innflyttet i 2011, 2012 og 2013. Leilighetene i de 6 store blokkene ble påbegynt i 2011 og de siste var ferdigstilt i 2013. (Andersen, 2014).

I vedlegg 4 finnes skisser av eneboligene, rekkehusene og leilighetene på Grilstad Park

Sett bort i fra at eneboligene i Miljøbyen Granåsen er passivhusboliger og at eneboligene på Grilstad Park har bygget etter TEK07 er de helt identiske. Begge områdene har også forholdsvis like rekkehus og leilighetskompleks. Begge boligområdene har også et relativt høyt antall boenheter og de ligger begge på

østsiden av Trondheim kun 2 km fra hverandre i luftlinje. Boligene er også bygd i samme tidsperiode og de er relativt like tanke på planløsning og arkitektonisk utforming. De er også bygget av samme utbygger, Heimdal Bolig. Dette gjør Grilstad Park til et ypperlige og relevant sammenligningsobjektet med Miljøbyen Granåsen. Det vil derfor være naturlig å sammenligne disse.

I tabell 6 nedenfor gis en oppsummerende oversikt over relevante ulikheter og likheter mellom de to sammenligningsobjektene.

	Passivhus (Miljøbyen Granåsen)	TEK07/10 (Grilstad Park)
Lokalisering	Granåslia i Trondheim	Ranheim i Trondheim
Byggeår	2010-2016	2009-2013
Energiforsyning	Fjernvarme og elektrisk	Fjernvarme og elektrisk
Varmeanlegg	Radiator, plassert i stue	Radiatorer, plassert i stue og soverom
Ventilasjonsanlegg	Balansert	Balansert
Muligheter for å styre ventilasjonsanlegget	Ja, flere trinn	Ja, flere trinn
U-verdi vinduer og ytterdører	0,8	1,2 – 1,6
Antall lags glass i vinduer	3	2/3
Kjøleanlegg	Nei	Nei
Vending	vestvendt	vestvendt

Tabell 6: Oppsummering relevante opplysninger av boligene i Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park

## 2. Teori og litteratur

I denne delen av oppgaven presenteres teori og litteratur som er brukt gjennom masteroppgaven. Kapittelet tar for seg hvordan jeg anvender teorien for å etablere et teoretisk rammeverk for studien. Teorikapittelet har altså som formål å presentere sentral og relevant teori, begreper og kunnskap som vil være grunnlaget for drøftingen senere i oppgaven (Olsson, 2014).

Det er oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål som har vært veiledende for den teorien som er brukt. På bakgrunn av oppgavens problemstilling, samt de forskningsspørsmålene som er stilt, har jeg valgt å dele teori og litteraturbeskrivelsen inn i ulike temaer som sammen gir et grunnlag for det videre arbeidet med oppgaven og undersøkelsen. Kapittelet presenterer i første omgang teori om hva som inngår i konseptet passivhus. Jeg vil også gi en forklaring på teknisk forskrift og hva dette innebærer. Deretter vil jeg presentere litt teori rundt fremtidens boliger, herunder lavenergiboliger, nullutslippshus, plusshus og smarthus. Det vil så bli presentert teori rundt barrierer, utfordringer og fordeler med passivhus. I tillegg går det nærmere inn på teori rundt helse og inneklima samt innendørsmiljø. Deretter presenteres økonomiske forhold i forbindelse med energieffektive boliger og passivhuskonseptet. Avslutningsvis går det nærmere inn på teori om kundertilfredshet og forventninger.

I oppgaven har jeg benyttet teori og litteratur fra både bøker, publikasjoner og artikler på nettsider, undersøkelser, ulike papers og tidligere brukerundersøkelser. Noe av det mest sentrale teorien er hentet fra publikasjoner og litteratur fra Lavenergiprogrammet, som har som formål å heve kompetansen om energieffektivisering av og energiomlegging i bygg. Enova har også utviklet flere rapporter, blant annet en potensial- og barrierestudie for passivhus og nær nullenergibygninger. Dette har også vært til stor nytte for det teoretiske rammeverket. Boken *"Markedsplanlegging. Fra visjon til kundertilfredshet"* av Banken og Solberg (2002) er hva jeg hovedsakelig har benyttet i forbindelse med teori rundt kundertilfredshet.

### 2.1 Byggteknisk forskrift

Byggteknisk forskrift eller gjerne forkortet til TEK er en forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk som er fastsatt av kommunal og arbeidsdepartementet og miljøverndepartementet. Forskriften er gitt på bakgrunn av bestemmelsene i plan- og bygningsloven av 14.juni 1985. Alle som skal bygge eller foreta søknadspiktig rehabilitering må forholde seg til minimumskravene i tekniske forskrift. Forskriften angir blant annet minimumskrav til u-verdier i ulike

bygningdeler.

TEK10 eller "Forskrift om tekniske krav til byggverk 2010", har frem til 2016 vært grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2010). Den seneste forskriften som per dags dato er gjeldende, er TEK15. (DIBK, 2012). Denne forskriften er nær opp mot passivhuskravet og ble gjeldende fra 01.01.2016. (Lavenergiprogrammet, 2016). Forskriften har likevel en overgangsordning på ett år frem til 01.01.2017. Det er derfor TEK10 som på nåværende tidspunkt er juridisk bindende for norske nye boliger (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2010).

Før TEK10 trådte i kraft var det TEK97 som var gjeldende. Denne forskriften har ofte blitt kalt TEK07, trolig som en følge av en omfattende revisjon av forskriften i 2007. De omfattende endringene fra TEK97 til TEK07 trådte i kraft 01.08.07.

De forskjellige forskriftene TEK07, TEK10, og TEK15 har ulike energikrav til til boliger og bygninger for øvrig. I teknisk forskrift har man to ulike metoder for å oppnå energikravene, herunder energiltaksmetoden og energirammemetoden. Energiltaksmetoden er en sjekklister i teknisk forskrift som følges for å gi et energieffektivt bygg. I energirammemetoden er det energirammer som setter en øvre grense for samlet netto energibehov, og gir altså maksimal tillatt energibehov innenfor aktuell bygningskategori (kWh/m<sup>2</sup> år). Tabellen nedenfor sammenstiller forskjellene i energikrav for de ulike forskriftene i henhold til energiramme-metoden. Tabell 7 nedenfor viser forskjellene mellom småhus og blokker, da det er disse bygningstypene som vil være mest relevant for denne oppgaven.

	Småhus	Blokker
TEK07	125+1600/Oppvarmet BRA	120+1600/Oppvarmet BRA
TEK10	120+1600/Oppvarmet BRA	115+1600/Oppvarmet BRA
TEK15	100+1600/Oppvarmet BRA	95+1600/Oppvarmet BRA

Tabell 7: Forskjeller i energikrav i de ulike tekniske forskriftene



## 2.2 Presentasjon av passivhuskonseptet

Et passivhus er en betegnelse på en bygning som har et lavt energiforbruk sammenlignet med vanlige hus og bygninger. Konseptet innebærer at huset holder mye lengre på den varmen som produseres i bygget. Samtidig er kravet til netto energibehov til oppvarming 75% mindre enn i tradisjonelle boliger. I følge Lavenergiprogrammet (2015), vil den største forskjellen mellom et passivhus og et hus bygget etter dagens byggetekniske forskrift (TEK10/15) være presisjon og mengde isolasjon, strenge krav til prosjektering og utførelse. Det er altså ekstra fokus på isolering, en fuktsikker byggeprosess og tetthet som er skiller passivhus fra boliger bygget etter TEK10. (Thomsen et al., 2011). Dette har ført til at passivhus ofte kjennetegnes som miljøvennlige boliger av høy kvalitet, meget lavt energibehov samt et godt inneklima.

I Norge er det utviklet en egen standard for passivhus og lavenergibygninger. Denne heter NS3700:2013 *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger*. Det finnes en rekke definisjoner på passivhus. For eksempel omtaler passivhusstandarden passivhus som: "Miljøvennlig bygg med meget høy kvalitet, godt inneklima og ekstremt lavt energibehov".

Konseptet med passivhus stammer opprinnelig fra Tyskland hvor det ble introdusert på markedet av det tyske passivhusinstituttet i Darmsmtadt (Passivhusinstituttet, 2015). Passivhus for øvrig har fått stor utbredelse sammen med Østerrike og senere også i andre land i Europa. I 2013 var det oppført over 40 000 passivhusboliger i Europa hvorav en stor andel av disse befinner seg i Tyskland, hvor det første huset ble oppført i 1991. (Paulsen, 2013) Kriteriene for sertifisering av passivhus og passivhusutbyggere er også utviklet i Tyskland (Mosland, 2013).

Det brukes altså lite energi til oppvarming i et passivhus sammenlignet med vanlige hus (Sintef, 2013). Samtidig blir varmebehovet vesentlig lavere. Dette oppnås gjennom passive tiltak som reduserer energibehovet. Eksempler på slike tiltak er ekstra isolasjon i vegger, tak og gulv, ekstra ventilerte vinduer og dører, god tetthet, samt balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning som slippes ut gjennom ventilasjonsanlegget. I tillegg er et av hovedgrepene en kraftige reduisering av luftlekkasjer og minimering av kuldebroer og samtidig strenge krav til isoleringsgrad (U- verdier) på vegger, gulv, tak, vinduer og dører (Sintef, 2013). Bruken av belysning og elektrisk materiell gjør også at bygningen bruker lite energi til normal oppvarming. (Lavenergi-programmet, 2015). Det vektlegges også at det gjenværende energibehovet i størst mulig grad skal dekket av lokalt produsert fornybar energi som solvarme, biobrensel o.l. Et sentralt tiltak i passivhusene er å utnytte blant annet solvarme ved å plassere mest mulig av

vindusarealet mot syd. (Energiråd Innland, 2015).

Bygging av passivhus krever altså en stor grad av presisjon og nøyaktighet. Dette gjelder både for håndverkere, arkitekter og rådgivende ingeniører. Som en følge av dette, kan det å bygge et passivhus bli en dyrere prosess. Dette på bakgrunn av at konseptet er noe dyrere, da planleggings- og byggeprosessen tar lengre tid (Enova, 2012). Enkelte bygningskomponenter som vinduer med bedre u-verdi, er for eksempel dyrere enn vanlige vinduer.

## 2.3 Inneklima og innemiljø

Krapmeier (2006) hevder at komfort og bekvemmelighet i boliger gjennom historien alltid har hatt høy prioritet. Mye av denne opplevelsen skyldes det termiske miljøet eller den termiske komforten i boligen. Det termiske inneklimaet omfatter de parametere som har innflytelse på menneskets varmebalanse. Termisk komfort er igjen en sinnstilstand der vi uttrykker full tilfredshet med de termiske omgivelsene. Dette omfatter 4 miljøfaktorer og 2 personfaktorer. Miljøfaktorene er lufttemperatur, strålingstemperatur, luftfuktighet og lufthastighet. De to personfaktorene er aktivitetsnivå og bekledning, som naturligvis er svært varierende fra person til person (HIN, 2015). Alle disse faktorene påvirker inneklimaet i boligen på hver sin måte.

Når det kommer til innemiljø kan dette inndeles i 6 ulike miljø (Edwardsen, 2009):

<u>Termisk miljø (temperaturforhold):</u> Omfatter lufttemperatur, strålingstemperatur, luftfuktighet og lufthastighet. Dette er av betydning for mennesker varmebalanse.	<u>Atmosfærisk miljø (lufta vi puster i):</u> Omfatter ulike typer gasser, damper, partikler, bakterier og virs. Dette har betydning for sykkelighet i luftveier, lunger og andre organer.
<u>Aktinisk miljø (strålingsmiljøet):</u> Omfatter radonstråling og el-overfølsomhet. Dette har betydning for belysning, elektromagnetisk miljø og radioaktiv stråling.	<u>Mekanisk stråling:</u> Omfatter utstyr i de nære innendørs omgivelsene. Disse har betydning for fysiske sikkerhet som blant annet slitasjesykdommer og fallulykker
<u>Akustisk miljø (lydmiljøet):</u> Omfatter lydoppfattelse, støypåkjenninger og akustikk.	<u>Estetisk miljø:</u> Omfatter om vi opplever omgivelsene som gode for våre sanser og synsinntrykk.

Tabell 1: De 6 forskjellige innemiljø

Disse ulike innemiljøene vil være det som avgjør hvorvidt man er tilfreds med boligens inneklima. Dette fordi velvære og tilfredshet med boligen ofte står i sammenheng med hvordan man opplever inneklima. I følge NS-EN 15521:2007 har inneklima en innflytelse på både helse, komfort og produktivitet for

bygningens bruker.

Studier og erfaringer viser at beboeres adferd er svært variabel. Samtidig har adferden, samt måten beboerne bruker boligen på, stor betydning for bygningen, installasjonene, energibruken og inneklimate (Holøs et al., 2013). Resultatene av hvordan boligen brukes, er igjen med på å avgjøre hvor tilfredse brukerne er med boligen. For å kunne evaluere hvor fornøyde brukerne er med boligen er det nødvendig å se på forhold som vil ha betydning for tilfredsheten med tanke på inneklimate. I spørreundersøkelsen ble det derfor fokusert på å vurdere ulike forhold som temperaturforhold, ventilasjon, luftkvalitet og oppvarming. Samtidig vil det også være hensiktsmessig å vurdere opplevd dagslys og utsyn, samt støy/lydisolering.

**Opplevd dagslys og utsyn.** Dagslys er for mange avgjørende for å holde seg våkne og opplagte. Det er også nødvendig for å styre døgnrytmen og ”den biologiske klokken”. Utsyn er også viktig for innemiljøet, da det reduserer et lukket miljø, samtidig som det er nødvendig for å kunne orientere seg. Mindre og begrenset vindusareal vil redusere utsyn og dagslystilgang. Spesielt ved områder med høy utnyttelsesgrad og tett bebyggelse med balkonger og utspring som gir skygge og innsyn, vil dette kunne føre til dårlige lys- og utsynsforhold (Holøs et al., 2013). I passivhus er gjerne vinduene høyisolerende trelagsvinduer. I kombinasjon med tykke yttervegger resulterer dette i mindre lysinnslipp og utsyn enn hva et tilsvarende hus med TEK10 og med identisk vindusstørrelse vil kunne gi.

**Luftkvalitet og temperaturforhold.** For å kunne sikre et godt termisk inneklimate i passivhus er det viktig å legge til rette for ideelle temperaturforhold og god luftkvalitet. Effektiv solavskjerming og muligheter for å lufte er forutsetninger for et godt termisk inneklimate i passivhus (Lavenergiprogrammet, 2015). Inneklimate må derfor bli hensyntatt nøye i designprosessen slik at man blant annet unngår for høye innetemperaturer.

**Ventilasjon og varme.** Balansert ventilasjon med varmegjenvinning har blitt den mest utbredte ventilasjonsløsningen for nyere boliger. Det strenge kravet til varmegjenvinning gjør det mer aktuelt med regenerative varmegjenvinnere (varmevekslere) og varmepumpe (Holøs et al., 2013). Likevel vil oppvarming kun gjennom ventilasjonssystemet sannsynligvis være utilstrekkelig til å dekke varmebehovet ved kjølige dager. På bakgrunn av det betydelige lavere oppvarmingsbehovet i passivhus, har oppvarmingsystemene i passivhus blitt bygd enklere enn det som tradisjonelt har vært tilfelle. I følge Holøs et al. (2013) har oppvarming kun gjennom ventilasjonssystemet vært vanlig i tyske passivhus, men vært møtt med betydelig skepsis i Norge. Funksjon av ventilasjon og varme har vært en av de mest sentrale uenighetene blant passivhusboere, og det vil

derfor være interessant å se hvordan beboere i de utvalgte passivhusboligene for denne studien opplever dette.

**Støy** og lydpåkjenninger fra utendørs omgivelser kan ofte oppleves som plagsomt. For noen utgjør det også et helseproblem. Konstruksjonene i passivhus, som er lufttette og godt isolert mot varmetap vil som en følge av dette også isolere godt mot støy (Holøs et al., 2013). Trelagsvinduer og lufttette og betydelig isolerte ytterkonstruksjoner i passivhus vil samtidig gi reduksjon i støy fra utendørs, for eksempel fra trafikk og bygningsarbeider. En slik støyreduksjon er i utgangspunktet positiv og ønskelig. Likevel kan dette medføre at støy fra innendørs kilder som tekniske anlegg og naboer blir mer merkbare (Holøs et al., 2013).

Et godt inneklima og innemiljø i boligen er av avgjørende betydning for god helse, trivsel og tilfredshet i boligen. Dette virker fornuftig med tanke på at man tilbringer ca. 90% av tiden innendørs (Norges astma og allergiforbund, 2010). Inneklimaet i en bolig kan helt og delvis føre til symptomer og plager for mennesker. Dette kan for eksempel være hodepine, luftveissykdommer, hjertekarsykdommer, kreft og allergiske reaksjoner (Nasjonalt folkehelseinstitutt, 2013). I et passivhus er det strenge krav til varmetap, oppvarmingsbehov, energiforsyning, bygningsdeler og komponenter (Lavenergiprogrammet, 2015). Inneklimaet i passivhus baserer seg derfor på god isolasjon, få kuldebroer, lite luftlekkasjer og varmegjenvinning av ventilasjonsluften.

I en artikkel publisert i Aftenposten uttrykker overlege Jan Vilhelm Bakke bekymring knyttet til at passivhus kan medføre flere fuktskader og dårlig innemiljø (Sjøberg, 2011). Bakke mener måten passivhus bygges på, med tykkere vegger, svært strenge krav til tetthet, samt avhengighet av et spesielt ventilasjonssystem kan medføre tre hovedproblemer:

- Risiko for fuktskader, da veggene er så tykke at fuktighet som kommer i isolasjonen vanskelig kan ventileres ut. Det kan øke sannsynligheten for luftveisinfeksjoner, astma og allergier
- Husene blir for varme om sommeren. Det er vanskelig å bli kvitt varmen i passivhus. Samtidig er husene avhengig av solskjermere som går på bekostning av sollys inn i boligene. Dette kan føre til redusert våkenhet og trivsel.
- For teknisk kompliserte hus for privatbrukere. Den mekaniske ventilasjonen må fungere uten avbrekk med forsvarlig vedlikehold. Mye kan gå galt dersom man ikke mestrer eller forstår bruken av de tekniske installasjonene.

Bakke presiserer også at det eksisterer en frykt for at passivhus er for tette og at hustypen er mer utsatt for mugg og råteskader, samtidig som han retter skepsis mot at de tykke veggene er bra for oss (Sande, 2012). Bakke stiller også spørsmålsteget til senere ombygging av et passivhus og hvordan dette kan gjøres uten å ødelegge fuktsperren.

På bakgrunn av skepsisen som Bakke poengterer, vil det være interessant å se om slike momenter har gjort seg gjeldende i Miljøbyen Granåsen. Samtidig er det viktig å bemerke at det i framtiden vil være meget viktig at de som er involvert i planlegging, bygging og forvaltning av bygninger er bevisst i arbeidet for å redusere inneklimaproblemene (Edvardsen, 2009).

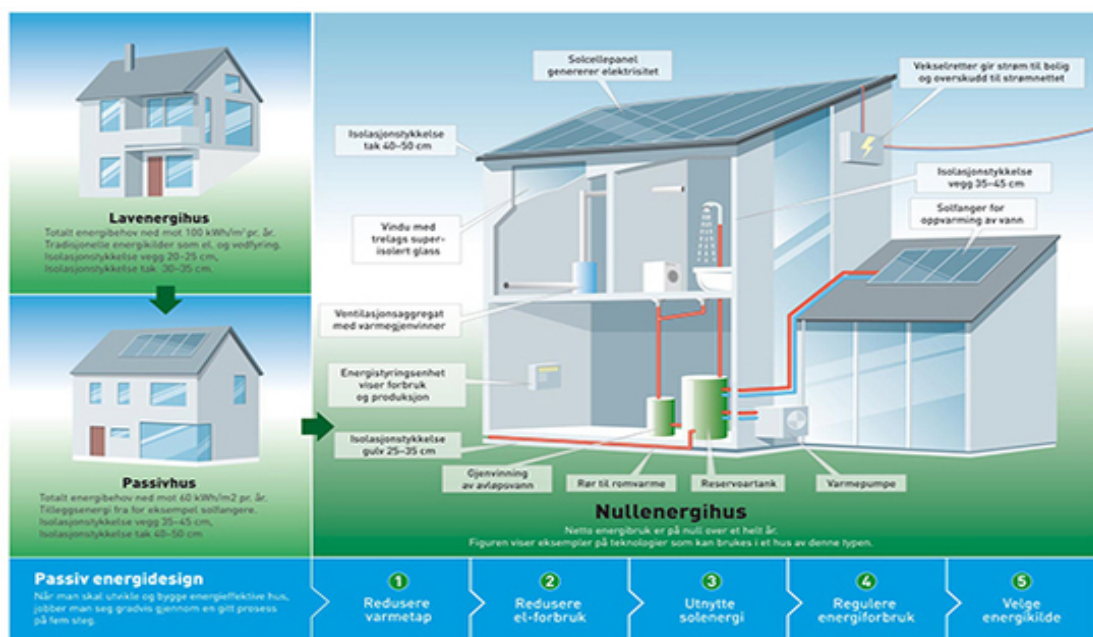
## 2.4 Energieffektive boliger for fremtiden

I følge Yudelsson (2008), har den grønne, miljø- og bærekraftige bygningsrevolusjonen bare akkurat begynt. Energiprisenes kostnadsøkning endrer tankegangen til forbrukere og høyere energipriser for boliger øker interessen for investering i energieffektive løsninger. (Yudelsson, 2008). Selv om interessen for det grønne skiftet i bolignæringen har sin oppblomstring i disse tider, er det imidlertid interessant å se at betalingsvillighet for energieffektive boliger lenge har vært interessant for boligeiere. I følge en undersøkelse som Yudelsson (2008) trekker frem var det allerede i 2003 en villighet til å betale 1 % mer for boliger med fokus på energieffektivitet. På en annen side fremkommer det samtidig tall fra en undersøkelse gjort av det norske boligbyggelag at 51% av norske boligeiere ikke er interessert i å investere i energieffektiverende tiltak. (Dalseg, 2010). Dette som en følge av usikkerhet knyttet til hvorvidt slike tiltak lønner seg økonomisk. Samtidig viser en annen spørreundersøkelse at alternativkostnaden for å bygge passivhus ikke nødvendigvis vil bli prioritert blant befolkningen (Rosvold, 2013). Basert på den nevnte spørreundersøkelsen bør ikke merkostnadene på å bygge passivhus øke mer enn kr. 91.000,- (Rosvold, 2013).

Energiltak i bygge- og boligsektoren vil ha stor betydning som klimatiltak. Dette gjelder både for nybygging og eksisterende bygninger. Det har for øvrig vært en stor utvikling i miljøvennlige og energieffektive bygg de siste årene (Direktoratet for byggkvalitet, 2015). Det er imidlertid sannsynlig at vi vil oppleve en betydelig økning av slike hus i framtiden. Ikke bare i næringssektoren, men vel så mye i bolignæringen. Dette på bakgrunn av at det stadig stilles strengere krav til byggkvalitet, energieffektivitet og at folks holdninger og interesse rundt miljø og energieffektivitet har økt betydelig de siste årene. I følge en rapport utarbeidet av Multiconsult og SINTEF Byggforsk i 2009, ble det konkludert at det bør være mulig

å innføre passivhusstandard som forskriftskrav før 2020 i Norge. Dette er tilnærmet allerede innført med de nye kravene i TEK15. I EU er det i tillegg vedtatt et direktiv om energieffektivitet i bygninger, som bl.a. krever at bygg som bygges etter 2020, skal være nær selvforsynte med energi. (EPBD, 2014).

Lavenergihus, passivhus og plusshus er fremtidens bygg (Energiråd Innlandet, 2014). Det finnes flere ulike typer miljøvennlige, bærekraftige og energieffektive bygg, herunder "grønne" bygg. Det kan ofte oppstå forvirringer mellom forskjellen på for eksempel passivhus, lavenergihus, null-utslippshus, plusshus og smarthus. Figur 7 viser utviklingen og forskjellen i energieffektive hus.



Figur 7: Utvikling av energieffektive bygg

Smarthus er også et fenomen som vi trolig blir mer å se av i fremtiden, etterhvert som kompetansefeltet på både energieffektivitet og teknologi øker. Konseptet bygger på automatiserte og intelligente løsninger som styrer energikildene i huset (Installøren Gruppen, 2015). Man kan derfor kontrollere blant annet lys, varme, ventilasjon og strømforbruk fra smarttelefoner og nettbrett. Formålet er at smarthusene skal gi lavere energikostnader og økt sikkerhet.

Det vil videre være hensiktsmessig å se på hvilke barrierer, utfordringer og muligheter energieffektive hus kan gi oss.



## 2.5 Barrierer, muligheter og begrensinger for passivhus

I følge en artikkel fra VVS-forum, rettes det fra arkitektkontoret Gaia kritikk mot standarden utviklet for passivhus (Henriksen, 2013). Arkitektkontoret som har 25 års erfaring med miljøvennlige boliger mener standarden for passivhus har et ensidig fokus på energieffektivitet, og tar ikke nok hensyn til materialbruk, CO<sub>2</sub>-utslipp og inneklima. En annen artikkel fra en svensk studie i 2010 har lignende utfall. Studien sammenlignet passivhus og konvensjonelle hus i en livsløpsanalyse. Studien viste at passivhus kan ha lavere forbruk enn vanlige hus. Tar man derimot med produksjon og destruksjon av byggematerialene i et livsløpsperspektiv ble konklusjonen mindre klar (Brunklaus et al., 2010). Konklusjonen av studien var at vanlige boliger også kan være miljømessig gode med hensyn til global oppvarming. Resultatene fra undersøkelsen markerte betydningen av å ta miljøvennlige beslutninger også ved valg av byggematerialer gjennom hele livssyklusen (Brunklaus et al., 2010).

Enova har utviklet en potensial- og barriereraport for energieffektivisering av bygg. Potensial- og barriereteori er i denne sammenheng viktig for å kunne forstå hva som gir ulemper og utfordringer i forbindelse med energieffektive hus (Enova, 2012). En av hovedbarrierene for blant annet passivhus sett i et samfunnsperspektiv, er at det eksisterer forholdsvis lav oppmerksomhet rundt energibruk og energirelaterte tiltak i egen bolig (Enova, 2012). Frykten for at passivhuskonseptet ikke er lønnsomt er et av de mest utbredte barrierene og begrensningene for passivhus i følge undersøkelsen til Enova. Andre ulemper for passivhus kan være begrensninger i forhold til arkitektonisk utforming av husene, med for eksempel en kompakt bygningskropp med tykke vegger. Dette vil være en estetisk utforming som igjen kan påvirke i hvor stor grad brukerne er fornøyd med konseptet. Andre barrierer og ulemper ved passivkonseptet er for eksempel funksjonalitet, herunder at for eksempel brukervennligheten for blant annet de tekniske løsningene kan være for kompliserte eller avanserte.

I følge kjøpsveilederen for passivhus utviklet av Enova (2012) gir passivhus en rekke muligheter og fordeler. Veilederen viser også til flere eksempler hvor brukerne opplever at passivhuset er svært stille og lydtett og hvor behovet for oppvarming er minimalt (Enova 2012).

I en artikkel fra Teknisk Ukeblad gjør forskningsdirektør ved SINTEF Byggforsk oppmerksom på at det er viktig å fjerne frykten for passivhus. Det eksisterer nemlig en frykt for at inneklimaet i passivhus er dårlig. I artikkelen presiseres det også at mange frykter det som er nytt og ukjent (Seehusen, 2011). I en annen publikasjon fra 2012 stilles det spørsmål til om brukere av passivhus har kunnskap til å bruke de tekniske anleggene i et passivhus slik de skal (Seehusen,

2012). Det vil derfor bli interessant i oppgavens undersøkelse å se hvordan brukerne av passivhus opplever disse forholdene.

## 2.6 Tidligere forskning på brukeropplevelse- og tilfredshet i passivhusboliger

Mye av den tidligere forskningen viser at brukerne av passivhus er fornøyde med de fleste områder med det å bo i i et slikt hus. Det har i flere prosjekter vært en del klager som går på termisk komfort (Thomsen et al., 2011). Med dette menes inneklima- og temperaturproblemer fra brukere. Det er dessuten kommet en del publikasjoner om folk som opplever at husene er for varme om sommeren og for kalde om vinteren.

Fra tidligere finnes det lite forskning på sammenligning av boopplevelse, komfort og inneklima mellom passivhusboliger og boliger bygget etter TEK10 og TEK07. Det er derimot blitt utarbeidet flere studier og undersøkelser med fokus på brukerevaluering og tilfredshet i passivhusboliger. Det er likevel få studier som forteller noe om brukertilfredsheten sett bort i fra innendørsklima. Dette til tross for at man naturlig vil anta at for eksempel arkitektur og estetikk er viktige faktorer når man skal velge seg hus (Thomsen, 2008). Faktorer som tilfredshet i forhold til lystilgang, arkitektur og estetikk er lite behandlet. Det er likevel verdt å presentere en del sentrale undersøkelser som er gjort med tanke på tilfredshet med innendørsklima og brukerperspektivet i passivhus.

### "Evaluering av ni passivhusboliger på Rossåsen ved Sandnes" (Thomsen et al., 2014)

I denne undersøkelsen kom det frem at beboerne stort sett var fornøyde med husene og at de fleste hadde høye forventninger til passivhuskonseptet. Samtidig var ikke det at husene var passivhus hovedgrunnen til å kjøpe husene, men ble sett på som en bonus med tanke på miljø og strømgregning.

Resultatene av undersøkelsen viste at noen var fornøyde med innetemperatur, mens andre syntes det periodevis var kaldt på vinterstid. De fleste beboerne var også fornøyde med lufttilførsel og luftkvalitet, selv om den blant enkelte opplevdes som tørr om vinteren. Tørr luft og lav relativ fuktighet om vinteren er et kjent problem i boliger, dog kan ventilasjonsanlegg og krav til høyt luftskifte i nye hus være en forsterkende faktor (Thomsen et al., 2014). Målingene ved disse boligene viste også at temperaturene med et varierende antall dager kunne komme opp i over 26 grader. Til tross for dette opplevde ikke beboerne overoppheting som et problem.



Dansk undersøkelse av opplevelser i lavenergihus (Knudsen og Kragh, 2014)

Det kan også være interessant å se på brukeropplevelser av lavenergihus i områder utenfor Norge. Spesielt med tanke på om man kan se forskjeller i tilfredshet basert på brukerkultur og utendørsklima. I Danmark utførte den danske statens byggeforskningsinstitutt i 2014 en spørreundersøkelse for 885 lavenergihus med en svarprosent på 43%. Resultatene viste at respondentene mente at boligens energiforbruk (70%), inneklima (41%) og løpende utgifter (46%) er av meget viktig betydning for tilfredsheten med bolig.

Jevnt over har respondentene i denne undersøkelsen hatt gode opplevelser med å bo i lavenergihus og hele 93% kan anbefale andre å bo i lavenergihus (Knudsen og Kragh, 2014). Den mest fremtredende begrunnelsen bortsett fra lave energi- og driftskostnader, var nemlig et godt inneklima. Kun 4% og 2% opplevde utilfredshet med inneklima om henholdsvis vinter og sommer og kun 7% har *ikke* opplevd mindre energiforbruk enn forventet. Flertallet opplevde også at faktorer som støy, dagslys, temperaturer, luftkvalitet og trekk var bedre i denne boligen enn sitt tidligere hus. Det er derimot viktig å bemerke at de fleste av respondentenes tidligere hus trolig ikke var bygget etter lignende krav som i TEK10.

Brukerundersøkelsene som er beskrevet i denne masteroppgaven gir inntrykk av at temperaturforholdene i lavenergihus oppleves som bedre om vinteren enn om sommeren. Resultatene fra denne danske undersøkelsen gir også de samme svarene, der flere er mer fornøyde om vinteren enn om sommeren. Faktisk opplevde 19% og 32% at boligen blir for varm om sommeren henholdsvis daglig og ukentlig.

Det svenske Boverkets undersøkelse om innendørsmiljø og helse (Boverket, 2009)

Formålet med denne undersøkelsen var å samle inn data fra flere typer boligbyggningsmasse i Sverige angående forekomsten av ulike miljøfaktorer med kobling til husstanden og dens bruksmåte. Resultatene av denne undersøkelsen viste at det er generelt få som relaterer sine helsesyntomer til innendørsmiljøet. Dette gjør at selv om beboere i passivhus opplyser at de er fornøyde med innendørsmiljøet, kan det godt være at det foreligger ting ved innendørsmiljøet som påvirker deres helse og bokomfort, men som de selv ikke er i stand til å relatere til selve boligen i seg selv (Boverket, 2009).

*Thermal environment in eight low-energy and twelve conventional Finnish houses (Kähkönen et al., 2014)*

I denne finske rapporten utarbeidet av Kähkönen et al. (2014) ble det foretatt en undersøkelse av inneklimaet i 8 lavenergihus og 12 konvensjonelle hus i Finland både om sommeren og vinteren. Resultatene viste at det gjennomgående var en lavere lufttemperatur i lavenergihus sammenlignet med konvensjonelle hus. Dette er en følge av bedre isolering i lavenergihus. Lufttemperaturen var også mer stabil i lavenergihus og samtidig ca. 2 grader lavere enn i konvensjonelle hus. Spesielt om sommeren viste undersøkelsen at lufttemperaturen varierte mye mer i konvensjonelle hus og at den er betydelig høyere enn i lavenergihus.

Det å senke lufttemperaturen 2-3 grader fra 23-24 til 21 kan i følge tidligere forsker på innemiljø Ole Fanger forbedre opplevd luftkvalitet med en faktor på to. Reduksjon av luftfuktighet har også positiv effekt på opplevd luftkvalitet ned til 20% relativ luftfuktighet (RH) (Fanger, 2003). Høy lufttemperatur reduserer samtidig luftkvalitet med økt "tørrhet" og irritasjon av luftveiene.

Lufttemperaturen bør ligge lavere enn operativ temperatur, og helst ikke over 21-22°C. I følge den finske undersøkelsen kom lavenergihusene betydelig bedre ut med tanke på disse forholdene enn de konvensjonelle husene.

*Experiences from nine passive houses in Sweden – Indoor thermal environment and energy use (Rodin et al., 2014)*

I denne rapporten ble det gjennomført en undersøkelse av 39 terrasseboliger, hvorav 9 av disse var bygget som passivhus og de øvrige 30 boligene var bygget etter de generelle bygningsreglene i Sverige, som før øvrig kan relateres til Norges TEK10 og TEK07. I undersøkelsen ble innendørs termisk komfort og energibruk i begge typer boliger evaluert. I passivhusene var den eneste permanente varmekilden vannbåren varme. I de andre boligene var det konvensjonelle radiatorer som var oppvarmingskilde. Begge boligene kunne regulere varmen og ventilasjonen på egen hånd.

Resultatene fra denne undersøkelsen viste at de fleste beboere i passivhusene mente at boligen hadde for høy temperatur, hovedsakelig om sommeren da tilfredsstillende ventilasjon var vanskelig å oppnå. Et gjennomgående årsak til dette var at de mente at den store variasjonen i temperaturen skyldtes at de ikke var vant til at innendørs temperatur blir sterkt påvirket av faktorer som blant annet matlaging på høy temperatur og dusjing (Rodin et al., 2014). Det ble også oftere rapportert om mer støvholding og dårlig luft i passivhusene enn i de konvensjonelle boligene.

Et annen interessant funn i denne undersøkelsen var at beboere i passivhusene klaget mer på kalde gulv og varierende temperatur enn i de konvensjonelle boligene (Rohdin et al., 2014). Det er mulig at opplevelsen av kalde gulv skyldes at der det ikke foreligger radiatorer, vil bidraget med stråling fra disse synke, som igjen øker risikoen for en lav overflate temperatur på gulvet (Rohdin et al., 2014). Samtidig vil temperaturene og den termiske komforten bli mer påvirket av de dagligdagse aktivitetene i et passivhus enn i konvensjonelle hus, da varme og stråling som blir frigjort lagres bedre i en vellisolert og lufttett bygning (Rohdin et al., 2014).

"User evaluations of energy efficient buildings" (Hauge et al., 2013)

Denne artikkelen gir et godt innblikk over forskjellig forskning og undersøkelser som er foretatt i ulike type energieffektive bygninger med fokus på innendørsmiljø, bruksmåte og generell tilfredshet med bygget/boligen. Rapporten forteller om mange ulike undersøkelser både i næringsbygg og private boliger. Det interessante med denne artikkelen er at den kommer frem til at det er et varierende resultat fra brukerevalueringene i lavenergihus. Det konkluderes derfor med at kvaliteten på de konstruksjonene og de tekniske systemene i bygningene/boligene derfor må variere. I tillegg trekkes det konklusjoner om at den generelle brukertilfredsheten og hvordan mennesker opplever boligen, blir påvirket av et bredt spekter med faktorer, som for eksempel planløsninger, design og lydisolering. Rapporten konkluderer også med at det ikke er noen klare bestemmelser i forholdet mellom energieffektivitet og brukertilfredshet (Hauge et al., 2013). Energieffektive bygninger *kan* oppleves som veldig positive, men det avhenger av mange forskjellige faktorer, også forhold utenom termisk komfort.

Et funn som trekkes frem som kan være verdt å nevne er at energieffektive hus ofte er kjøpt av andre årsaker enn energiprofilen til huset, men andre aspekt som blant annet foretrukket beliggenhet, god utsikt eller balkong. Buber et al(2007), presiserer også at passivhus ofte er markedsført som "Hus uten oppvarmingsbehov" og ikke "Komfortable hus". Dette på tross av at komfortaspektet er et avgjørende argument for potensielle passivhuskjøpere.

"Passivhus ur en brukares perspektiv" utviklet av studenter i Växjö universitetet i Sverige (Bengtsson og Sandersson, 2009)

Denne rapporten er den avsluttende oppgaven for to ingeniørstudenter ved byggteknikk på Universitet i Växjö i Sverige. De gjorde en undersøkelse blant beboere i 3 ulike boligprosjekt i Sverige. Resultatene fra disse undersøkelsene viste at i det ene boligfeltet ble det regelmessig for varmt eller for kaldt i boligene og at temperaturen var for lav om vinteren. I det andre boligfeltet syntes beboerne at det var for kaldt om vinteren, og i det siste boligfeltet var beboerne fornøyde

med innendørsmiljøet hele året (Bengtsson og Sandersson, 2009). Dette viser at brukertilfredsheten med innendørs temperaturer og miljø kan variere fra en passivhusbolig til en annen.

Forfatterne av rapporten konkluderte også med at det var vanskelig å finne en spesiell årsak til at det ble for varmt om sommeren, men at solavskjerming på vinduene vil ha stor påvirkning. Årsak til opplevelse av for kaldt bolig om vinteren kan være for dårlig effekt på varmeanlegget i de store boligene.

Undersøkelsene fra denne svenske rapporten viste at det finnes mange fornøyde passivhusbeboere. De bemerker likevel at passivhus-teknikken kan utvikles ytterligere for å oppnå fullstendig ønsket funksjon. Samtidig konkluderes det med at innendørsklimaet kan forbedres.

## **Andre**

I de aller fleste studier gjennomført med tanke på luftkvalitet og inneklimate i passivhus er luftkvaliteten rapportert å være innenfor komfortsonen på vinters tid. Det eksisterer likevel publikasjoner som indikerer problemer med utilstrekkelig oppvarming (Isaksson og Karlsson, 2006). Diverse studier konkluderer med at det er en risiko for overoppheting om sommeren dersom det ikke er installert tilstrekkelig solavskjerming eller nattventilasjon (Larsen, Daniels og Jensen, 2012; Mlecnik et al., 2012; Schmitt, 2007). På grunn av strenge krav til lufttetthet, kreves det i passivhus et ventilasjonssystem med varmegjenvinning. Et slik ventilasjonssystem forsikrer et minimum av tilført luft. Likevel er det en del studier som rapporterer om tørr luft om vinteren og støy fra ventilasjonsanlegget (Mlecnik et al., 2012; Tappler, Hutter, Hengsberger og Ringer, 2014).

Når det kommer til sammenligninger av lavenergihus og mer konvensjonelle hus, er studien utført av Coulter et al. (2008) et eksempel på at forhold som termisk komfort, luftkvalitet og romtemperaturer ble opplevd som mer positive i de mest energieffektive av de boligene som ble vurdert. Det vil derfor være interessant å se om dette også blir gjeldende for beboerne i masteroppgavens spørreundersøkelse.

## **Oppsummering**

Som litteraturstudiet viser er det fra flere tidligere studier konkludert med at informasjon og kunnskap om hvordan hus og teknologi fungerer, er sentrale faktorer for en brukers tilfredshet og komfortopplevelse. Når man som bruker ikke forstår eller kan kontrollere de tekniske installasjonene blir man tydelige mindre fornøyd med huset sitt (Leaman og Bordass, 2007).

De forannevnte tidligere undersøkelser og evalueringene har kommet frem til en del varierte resultater. De fleste beboere i passivhus ser med bakgrunn i dette ut til å være tilfredse med boligen jevnt over, selv om det i samtlige studier fremkommer funn hvor opplevde temperaturforhold ikke alltid er ideelle. Samtidig er det viktig å bemerke at opplevelsen av termisk komfort alltid vil være individuell og avhengig av personlige preferanser (Thomsen et al., 2011).

## 2.7 Økonomisk aspekt

Når man flytter inn i en passivhusbolig har de fleste trolig en forventning om at de totale driftsutgiftene til blant annet oppvarming skal reduseres i forhold til en ordinær bolig bygd etter TEK10 eller TEK07. I følge Enova, trenger en passivhusbolig kun halvparten av energibehovet til en bolig bygd i 2010. Det er derfor beregnet at man for eksempel kan spare ca. 10.000 kWh per år i en bolig på 200 m<sup>2</sup> (Osloklima) (Enova, 2011).

Investeringskostnadene ved et passivhus er noe høyere enn bygg som kun oppfyller krav i TEK10. Studier i både inn- og utland viser at det i gjennomsnitt koster mellom 5 – 10 prosent mer å bygge et passivhus enn en konvensjonell bolig (Kliniski et al, 2012b). Etersom passivhus har lavere energikostnader når bygget er i drift vil kostnadsbildet være gunstig når man ser på byggets livsløp. Passivhus gir med andre ord mer forutsigbare energikostnader. I følge Nyskaping (2009) viser beregninger at merkostnaden kan tilbakebetales innen 12 – 15 år, med hensyn til energibesparelsen.

I oppgavens undersøkelse vil det med bakgrunn i de potensielle økonomiske besparelsene som det er mulig å oppnå i et passivhus, være interessant å se om beboerne i passivhus er fornøyde med de eventuelle besparelsene som boligen utgjør. I tillegg vil det være interessant å se om beboere i boliger bygget etter TEK10 og TEK07 også er fornøyde med sine økonomiske besparelser. Dette da de utvalgte studieobjektene i denne oppgaven som oppfyller kravene til TEK10 og TEK07 også trolig vil ha opplevd økonomiske besparelser, sammenlignet med sin tidligere bolig.

## 2.8 Kundertilfredshet

Ordet *tilfredshet* (engelsk satisfaction) er en sammensetning av *satis* som betyr "nokk" eller "tilstrekkelig" og *facere* som betyr "å gjøre". For at en kunde eller bruker skal kunne føle tilfredshet må produktet eller tjenesten derfor være "nokk" og innfri kundens forventninger (Banken og Solberg, 2002). En kundens opplevelse av tilfredshet kan enkelt forklares slik:

Kundes opplevelse av tilfredshet = opplevelse / forventning

Figur 8: Formel for en kundes opplevelse av tilfredshet

Tilfredshetsopplevelser kan være et produkt eller sammensetning av det å være fornøyd, det å være tilfreds og det å oppleve lykke. Det er samtidig viktig å påpeke at det er mange faktorer som påvirker tilfredshet. Kundens eller brukerens forventninger påvirkes av ulike forhold. Blant annet kan produktets eller tjenestens signal *før* kjøpet påvirke forventningene (Banken og Solberg, 2002). Dette kan tolkes slik at alle de positive og fordelaktige sidene ved passivhus som markedsføres, gjør at kunden har høye forventninger til huset, og igjen gjør at disse forventningene må innfris for å være tilfreds.

Det er tilfredshet *etter* kjøp av passivhus denne masteroppgavens undersøkelse søker å finne svar på. I forbindelse med kjøp av bolig og kanskje spesielt et hus med et spesielt konsept som for eksempel passivhus, hvor man sannsynligvis betaler litt mer, kan kunden/ brukeren sitte igjen med en følelse av tvil og usikkerhet. Setter man forankringene til Banken og Solberg (2002) i sammenheng med kundertilfredshet i passivhus, kan dette dreie seg om:

1. Funksjonell tilfredshet - Om konsept og tekniske systemene fungerer som tenkt
2. Fysisk tilfredshet - Om boligen tilrettelegger for fysisk tilfredshet
3. Økonomisk tilfredshet - Om konseptet fører til "valuta" for pengene
4. Psykologisk tilfredshet - Om boligen gir de opplevelsene brukeren er ute etter

Dersom disse forankringene og forventningen tilfredsstilles vil sannsynligvis brukeropplevelsen være god.

Bruk av tekniske løsninger er et viktig moment i passivhus som påvirker brukerens tilfredshet. Forventninger til for eksempel ventilasjonsanlegget og det å ha kontroll over omgivelsene kan ha stor innvirkning på den opplevde tilfredsheten. Brukere er ofte mer misfornøyd når det settes begrensninger i påvirkning av oppvarming, lufttilførsel eller styring av solavskjermingen (Brager og deDear, 1998).

Hinge et al (2008) mener at brukeren av bygningen har stor påvirkning på om bygget presterer slik intensjon er og at brukeren selv har stor påvirkning på effekten av de kvalitetene et slikt hus skal ha. Hinge et al (2008) poengterer derfor at dersom brukeren ikke er tilfreds med husets systemer kan det ha noe med hvordan brukeren bruker bygget. Buber et al. (2007) referer samtidig til en undersøkelse av brukertilfredshet av passivhus der det fremkommer at brukerne klaget på mangel av informasjon og instruksjoner om passivhus.

### Tilfredshet kombinert med viktighet

Det vil i tillegg til tilfredshet være interessant å undersøke hva som er *viktig* for brukerne. Tilfredshet handler hovedsakelig om hvorvidt brukerne er fornøyde med selve passivhuset. Viktighet forteller oss derimot hvorvidt de ulike elementene brukerne er fornøyde/misfornøyde med er *viktig* for brukeren (Riksrevisjonen og forvaltningsrevisjonen, 2006). Ved å se på både tilfredshet og viktighet i brukerevalueringer kan man få informasjon om hvilke forhold som legges til grunn for brukernes vurdering av egen tilfredshet. En slik kombinasjon kan bidra til å øke forståelsen ytterligere i forhold til hvilke elementer som bør prioriteres for å øke brukernes tilfredshet.

I tabell 2 nedenfor illustreres forholdet mellom tilfredshet og viktighet.

Viktig for brukerne + Misfornøyde kunder = Brukernes forventinger ikke oppfylt	Viktig for brukerne + Fornøyde brukere = Brukernes forventinger er oppfylt
Mindre viktig for brukerne + Misfornøyde brukere = Ikke manglende måloppnåelse, men likevel avvik?	Mindre viktig for brukerne + Fornøyde brukere = Utførelsen er bedre enn brukernes forventninger

Tabell 2: Forholdet mellom tilfredshet og viktighet



## 3. Metode

I dette kapittelet presenteres metodedelen av masteroppgaven. Kapittelet gir en introduksjon til begrepet metode, samt en redegjørelse for den metoden som er anvendt i masteroppgaven. Det vil i tillegg bli gjort rede for den anvendte metodens reliabilitet og validitet.

### 3.1 Introduksjon til metode

Når det kommer til metode finnes både naturvitenskapelig og samfunnsvitenskapelig metode. Naturvitenskapelig metode er en observatørm metode med forskning innenfor naturvitenskap, teknologi og medisin. Samfunnsvitenskapelig metode handler om studier av mennesker, med meninger og oppfatninger om seg selv og andre. Forskjellen kan enkelt forklares ved for eksempel at naturvitenskap handler om *kartlegging* av infrastruktur, mens samfunnsvitenskap handler om *bruken* av infrastrukturen. I denne rapporten er det samfunnsvitenskapelig metode som er benyttet.

*Begrepet "metode" stammer fra det greske ordet "methodos" og betyr : "Å følge en bestemt vei til et mål".*

*(Johannessen et al., 2015)*

Samfunnsvitenskapelig metode handler om måten vi går frem på for å fremskaffe informasjon om den sosiale virkeligheten (Johannessen et al., 2015). Samtidig hvordan denne informasjonen kan analyseres, og hva den forteller oss om samfunnsmessige forhold og prosesser. Jacobsen (2000) angir metode som fremgangsmåten som anvendes for å kartlegge virkeligheten.

Metode har altså til hensikt kartlegge, tolke og vurdere det innsamlede materialet. I følge Johannessen et al (2015) er sentrale faktorer i en slik prosess åpenhet, systematikk og grundighet. Ved å følge en bevisst og bestemt metode er sjansene for at undersøkelsene som blir foretatt i rapporten, gir de resultatene vi ønsker å belyse.

Korrekt bruk av metode gir som sagt større grunnlag for å trekke konklusjoner, dette da metoden hjelper oss å sannsynliggjøre hvorvidt antakelsene som er satt er korrekte. Konklusjoner om sammenhenger satt uten tilstrekkelig grunnlag, kalles gjerne "jump to conclusions" og holder ikke som bevisbyrden når en forsker skal trekke konklusjoner.

Det å være bevisst over hvilken metodetilnærming man benytter seg av, vil ha en stor betydning for hele rapporten og også gi grunnlag for konklusjonene som kommer senere. For å kunne kvalitetssikre sitt eget arbeid er det nødvendig med



en bevissthet rundt metodetilnærmingen (Olsson, 2014). Med dette menes at man øker sjansen for å utarbeide rapporten bedre med grunnlag for sine konklusjoner. Kunnskap om metode gjør samtidig at vi er i stand til å kunne lese og forstå forskningsresultater. Det hjelper oss å forstå hvordan undersøkelsene og analysene er gjennomført, samtidig som det gir oss kunnskap til å gjennomføre forskningen på en tilfredsstillende måte (Johannessen et al., 2015). En metodebeskrivelse i rapporten gjør også at leseren har mulighet til å videreføre arbeidet som er lagt ned i rapporten.

Når det kommer til valg av metode handler det altså om å velge datainnsamlingsmetode og informasjonsinnhenting for analysen og forskningen. Med dette menes altså: *"Hvordan skal jeg få tak i den informasjonen jeg trenger?"*. Innsamlingsmetoder som man kan velge i mellom består hovedsakelig i kvantitativ metode eller kvalitativ metode, eller en kombinasjon av disse. Under følger en beskrivelse av disse metodene.

### 3.2 Kvantitativ metode

Kvantitative metoder er forskningsbaserte metoder som har grunnlag i tall og i det som er kvantifiserbart (målbart) (Johannessen et al, 2015). Det som kjennetegner kvantitative metoder er at undersøkelsen som regel gir få opplysninger om mange objekter. Slike metoder har i så måte høy grad av etterprøvbarehet og presisjon. Spørreundersøkelse er et eksempel på en typisk kvantitativ tilnærming. En spørreundersøkelse teller som regel opp fenomener og kartlegger utbredelse. Formålet med en kvantitativ undersøkelse kan ofte være å teste en antakelse eller hypotese. Med dette menes å finne ut om en påstand/antakelse om virkeligheten er i tråd med de data og informasjon som man har innhentet. I en kvantitativ metode må hver enhet behandles likt og tvinges inn i forhåndsdefinerte kategorier og båser. Jacobsen (2000) mener det er akkurat dette som gir både styrke og svakhet til denne metoden. En ulempe med kvantitativ metode er at man kan gå glipp av informasjon som ikke er mulig å tallfeste, men som likevel er betydningsfullt for objektet.

### 3.3 Kvalitativ metode

Kvalitativ metode er på en måte det motsatte av kvantitativ metode. Her gjør man undersøkelser som går mer inn i dybden og er mer spesifikke og presise enn kvantitative undersøkelser. Kvalitative undersøkelser sier noe om kvaliteten, samt egenskaper og spesielle kjennetegn ved det undersøkte objektet (Johannessen et al., 2015). En kvantitativ metode bør altså utføres der man ønsker å gjøre en grundigere undersøkelse for å forstå noe mer grundig. Til forskjell fra kvantitative

metoder vil man i en kvalitativ metode ha få objekter som undersøkes, men derimot ha mange og ulike opplysninger og informasjon om disse. Til forskjell fra kvantitative undersøkelser er etterprøvhbarheten dårligere i kvalitative undersøkelser, men man oppnår derimot en bedre helhetsforståelse av objektet som undersøkes (Olsson, 2014).

I en undersøkelsessammenheng kan det ofte være hensiktsmessig å benytte både kvalitative og kvantitative metoder, da de ulike metodene kan være til nytte for hverandre (Olsson, 2014). Meningen med tallene fra kvantitative metoder kan for eksempel ofte forstås bedre ved hjelp av kvalitative metoder. På en annen side kan kvantitative undersøkelser underbygge resultatene fra kvalitative undersøkelser.

### 3.4 Anvendt metode

I dette underkapittelet presenteres metodebruken som er anvendt i masteroppgaven. Innledningsvis er det viktig å presentere at metodevalg er et viktig moment i en hver undersøkelse. Problemstillingen, forskningsspørsmålene og tema for oppgaven gir grunnlag for hvilken type metode man bør velge for å få et faglig og troverdig resultat og konklusjon. Det er vanlig å skille mellom induktive og deduktive fremgangsmåter for studien. Figur 9 viser forskjellen mellom disse. I en induktiv fremgangsmåte ønsker man å komme frem til en teori om et fenomen basert på studier (empiri) av objektet. Ved deduktiv fremgangsmåte har man en teori om et fenomen som man tester mot virkeligheten (empiri).



Figur 9: Forklarende modell for induktive og deduktive studier

Deduktive studier kjennetegnes av at man går i bredden, og ikke i dybden. Det vil si at det er mange enheter, lite detaljer og få variabler. Basert på problemstillingen til denne masteroppgaven er jeg avhengig av å gå i bredden og studere mange objekter, for å kunne besvare forskningsspørsmålene. For å kunne belyse hvor fornøyde beboerne er, vil det være mest hensiktsmessig å velge en kvantitativ metode med deduktive studier. Dette for å få et bredt perspektiv, et representativt utvalg og svar fra et stort nok utvalg til å kunne trekke troverdige konklusjoner.

Det er viktig å velge den metode som er best egnet til å besvare problemstillingen. (Johannessen et al., 2015).

*”Er opplevd termisk komfort og tilfredsheten med inneklima i passivhus god?”  
”Er opplevelsene i passivhus spesielt knyttet til passivhus eller er de like aktuelle for nye boliger generelt?”*

I masteroppgaven har jeg valgt å fokusere på kvantitative metode. På bakgrunn av at jeg ønsker å kartlegge hva en større andel av beboerne tenker om inneklimaet i ser jeg det som mest hensiktsmessig å benytte kvantitativ metode, da jeg på denne måten får innblikk i den mest utbredte opplevelsen. Undersøkelsens resultater sammenlignes så i henhold til teori og litteratur.

Masteroppgaven bygger på tre hovedverktøy som er tatt i bruk for å presentere evalueringen.

1. Litteraturstudier

Her er det gjennomgått relevant og sentral litteratur innenfor utfordringer og barrierer for passivhus og lavenergihus. I tillegg er det også gjennomgått teori innenfor helse og innemiljø, samt forutsetninger for et godt innemiljø. Generell teori om kunde- og brukertilfredshet, samt økonomiske aspekt ved passivhus er også gjennomgått. Dette skal bidra til å underbygge den videre forskningen i masteroppgaven.

2. Tidligere forskninger og evalueringer av passivhus

Tidligere undersøkelser og gjennomførte evalueringer av passivhus og lavenergihus er gjennomgått og beskrevet. De gjennomgåtte undersøkelsene og evalueringene er benyttet som underlagsmateriale for oppgavens drøfting.

3. Spørreundersøkelse til beboere i passivhus og boliger bygget etter TEK10 og TEK07

Hensikten er å kartlegge hva en større gruppe av beboere i passivhus og boliger bygget etter TEK10 og TEK07 mener om inneklima og komfort i sin bolig. Undersøkelsene skal dermed danne grunnlag for en sammenligning av brukertilfredsheten i de ulike boligtypene. Dette gir anledning til å drøfte i hvor stor grad opplevelsen og tilfredsheten i et passivhus er god. Samtidig gir det mulighet til å se om de utfordringene som oppleves i passivhus kun er knyttet til passivhus eller om de også oppleves i nyere boliger generelt.

Når man skal velge metode, bør man tenke igjennom og vurdere hva som er mest hensiktsmessig for undersøkelsen. Dette på grunn av at det er fordeler og ulemper ved begge metodetilnærmingene. For å belyse problemstillingen i oppgaven kunne en kvalitativ tilnærming også vært benyttet med noen dybdeintervju av utvalgte boligeiere av passivhus. Bruk av denne metoden handler om å samle inn mange og varierte opplysninger om få studieobjekter (Olsson, 2014). Oppgavens problemstilling baserer seg på utbredelse av hvor fornøyde brukere av passivhus er med konseptet. Jeg er derfor avhengig av å spørre en større populasjon for å kunne gi troverdig og representative svar og konklusjoner. Det er dessuten mye mer utfordrende å få private folk til å stille opp på et kvalitativt dybdeintervju da dette vil bruke mye mer av respondentenes tid, kontra en kvantitativ metode hvor jeg får mulighet til å få frem svar fra en større andel av beboerne. Dette fordi en spørreundersøkelse er enklere for respondentene å svare på. Samtidig gir dette grunnlag for å definere brukertilfredsheten i passivhus i et bredere omfang.

I den neste delen av delkapittelet beskrives de ulike metodeverktøyene ytterligere.

### 3.4.1 Litteraturstudier

Jeg har valgt å gjennomføre en litteraturstudie som har til hensikt å være et grunnlag for teori og empiri som masteroppgaven skal bygge på. Fremgangsmåten har vært å analysere problemstillingen for så å kunne definere hva slags litteratur og teori jeg trenger. I begynnelsen av litteraturstudiet satte jeg derfor opp et tankekart for å gi en oversikt over hvilke relevante områder det bør søkes etter teori og litteratur om. De kategoriene jeg kom frem til var :

- Teknisk forskrift
- Passivhuskonseptet
- Inneklima og innemiljø
- Energieffektive boliger/Fremtidens boliger
- Barrierer og muligheter for passivhus og lavenergihus
- Økonomisk aspekt
- Bo- og brukertilfredshet

For at en litteraturstudie skal gjennomføres er det hensiktsmessig å begynne med å søke etter tidligere forskning og litteratur om temaet. De mest sentrale søkemotorene som blir brukt i oppgaven er Google, Google Scholar, og søketjenester Oria gjennom BIBSYS. BIBSYS er en database for bibliotekene ved alle universiteter, høyskoler og mange fagbiblioteker i Norge, og gir en god oversikt over rapporter, publikasjoner, litteratur og teori. Google Scholar er en søkemotor via Google hvor man finner vitenskapelig litteratur.

Søketjenesten Oria gir muligheter for å filtrere søkene på en hensiktsmessig måte, slik at man oppnår gode søkeresultater. Jeg har også benyttet artikler og publiseringer gjennomført av Enova og SINTEF.

Utfordringen i litteratursøket har vært å finne litteratur som omhandler sammenligninger av passivhus og tradisjonelle boliger bygget etter TEK10 og TEK07. Gjennom litteratursøket har det derimot dukket opp flere publikasjoner om brukertilfredshet i passivhus, samt fordeler og ulemper ved konseptet passivhus og lavenergihus. Teori knyttet spesielt opp mot brukertilfredshet i boliger bygget etter TEK10 og TEK07 er det ikke funnet mye om. Teori rundt helse og inneklima i boliger har det derimot vært lettere å finne.

### **3.4.2 Tidligere forskninger og evalueringer av passivhus**

Gjennom bred og omfattende informasjonsinnhenting har jeg funnet frem til tidligere gjennomførte studier, artikler, rapporter og avhandlinger om brukertilfredshet og evalueringer av passivhus. Mye av den tidligere forskningen går på evaluering av energibruk, men også en god del om termisk komfort.

Blant annet har EBLE-prosjektet i regi av SINTEF gjennomført en spørreundersøkelse i 2015, for deler eneboligene i Miljøbyen Granåsen (Berge et al., 2016). Tema var energibruk og inneklima. På bakgrunn av denne spørreundersøkelsen har jeg videreutviklet min egen spørreundersøkelse som er sendt til de øvrige boenhetene.

I masteroppgaven har jeg valgt å benytte de tidligere forskningene og evalueringene som jeg synes er mest relevant til oppgavens problemstilling. Samtidig har jeg valgt studier gjennomført i ulike land i Europa slik at oppgaven får en bredere og mer interessant utforming.

### **3.4.3 Spørreundersøkelse av beboere**

For å kunne kartlegge opplevelsen til et stort antall beboere er det i masteroppgaven benyttet kvantitativ spørreundersøkelse, slik at man kan nå ut til et bredt antall beboere. Formålet med spørreundersøkelsen er å kartlegge brukertilfredshet og brukeropplevelser i et stort spekter for å kunne finne ut mer om hvordan opplevelsen av passivhus er i forhold til boliger bygget etter TEK10 og TEK07. I tillegg om brukeropplevelsen av passivhus stemmer med både de positive og negative aspektene som har fremkommet i media.

Spørreundersøkelsen skal sendes ut på e-postadresser til beboerne i de ulike boligområdene. For å kunne sende ut spørreskjema til beboerne har jeg vært i kontakt med de ulike utbyggerne og styrelederne i borettslagene. De har gitt meg

tilgang til en del epostadresser fra sitt register over boligeierne i boligprosjektene. I Rudshagen borettslag og Stenbråtlia borettslag i Oslo er spørreundersøkelsen sendt ut til beboerne via styrelederne i borettslaget, mens for Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park har jeg selv fått tilgang til en rekke epostadresser fra utbygger

Heimdal Bolig. Herunder 120 epostadresser til beboere i Miljøbyen Granåsen og 146 til beboere på Grilstad Park. For Rudshagen borettslag ble spørreskjemaet utsendt til alle 17 boenhetene, og for Stenbråtlia til 32 boenheter av i alt 34.

Når denne spørreundersøkelsen sendes ut er det helt avgjørende for undersøkelsen at man oppnår en høy nok svarprosent for å kunne trekke troverdige konklusjoner. Jacobsen (2000) operer med følgende tommelfingerregler:

Over 50% = tilfredsstillende      Over 60% godt      Over 70% meget godt.

Lav svarandel er ofte en utfordring ved spørreundersøkelser (Olsson, 2014). Dette gjør at jeg er avhengig av svar fra et bredt antall respondenter for å få en god og troverdig undersøkelse med et representativt nok utvalg til å kunne komme med begrunnende konklusjoner. En mulighet for å øke svarprosten kan være at spørreundersøkelsen blir sendt ut via utbyggerne, styret i borettslaget og lignende. På den måten kan beboerne oppleve undersøkelsen som mer viktig dersom disse kan være med på å fremheve viktigheten av å svare. Jeg valgte likevel å ikke innblande Heimdal Bolig (som står for både Grilstad Park og Miljøbyen Granåsen) i dette, da jeg selv ønsket å ha kontroll over når, til hvem og til hvor mange spørreundersøkelsen ble utsendt til. Tanken var å kunne be Heimdal Bolig om å oppfordre til å svare i etterkant, dersom svarandelen ble for lav. For beboerne i Rudshagen borettslag og Stenbråtlia borettslag ble jeg pålagt å sende spørreundersøkelsen via styreleder i borettslaget. Styrelederne fikk derfor tilsendt en link av spørreundersøkelsen, og sendte denne ut til beboerne med oppfordring om å delta.

På grunn av risiko for lav svarrespons er det viktig å gjennomføre undersøkelsen på riktig måte (Johannessen et al., 2015). Spørsmålene til spørreundersøkelsen må være klare og tydelige og det må ikke være for mange spørsmål. Svaralternativene må være relevante og tydelige og det er en fordel med lukkede spørsmål, altså avkryssingsalternativer. For å øke motivasjonen for å svare er det lurt å innledningsvis fortelle om formålet med undersøkelsen og om hvor viktig det er å svare (Johannessen et al., 2015). Det vil også være aktuelt å sende ut purringer for å øke svarresponsen.

I forbindelse med utforming av spørreskjema skal jeg benytte verktøyet Google Forms som man finner via Google Docs. Dette er en enkel, oversiktlig, praktisk og gratis programvare hvor man enkelt kan utforme spørreskjemaer.

Ved utforming av spørreundersøkelsen må det gjøres et grundig forarbeid. Det er helt avgjørende å sette seg godt inn i relevant teori før man utarbeider spørsmålene (Johannessen et al., 2015). Spørreundersøkelsen ble derfor utarbeidet etter at all litteraturen var innhentet og analysert. På den måten fikk jeg et rikere grunnlag til å kunne stille gode spørsmål. Samtidig er det hensiktsmessig å analysere teori rundt utforming av spørreundersøkelser.

*"Det å bruke et spørreskjema er å invitere til kommunikasjon hvor du ikke kan være tilstede".*  
(InMente Ressurs, 2008).

For respondenten handler hvert spørsmål om et stykke mentalt arbeid hvor respondenten må tolke spørsmål, ord og setningsoppbygging. I tillegg foregår en fremhenting av relevant informasjon i egen hukommelse, konklusjon av egen oppfatning, samt valg av svaralternativ (InMente Ressurs, 2008). Ved utforming av spørsmålene er det viktig å være høflig i formuleringen, samt unngå for avanserte ord og begreper. Det er også viktig å ikke bruke for mange generelle spørsmål, men stille presise og klare spørsmål. I tillegg kan det også være hensiktsmessig å ha et "vet ikke" svaralternativ da det er bedre med et slikt svar enn om respondenten bare tar et tilfeldig svaralternativ som kan svekke kvaliteten på undersøkelsen (InMente Ressurs, 2008).

Det å teste ut spørreskjemaet for en liten gruppe i forkant av undersøkelsen, er en metode som kan være svært hensiktsmessig (Jacobsen, 2000). På den måten kan jeg finne ut om spørreskjemaet virkelig fungerer, unngå tabber som jeg selv har oversett, og kan spare meg for ergrelsen ved å senere få inn svar som er ubrukelige. Spørreundersøkelsen ble derfor i forkant distribuert til 5 bekjente + veileder som kunne komme med innspill. Tilbakemeldingene var positive og skjema, utforming og gjennomføring av spørreundersøkelsen ble positivt omtalt. Det kom likevel forslag til ytterligere svaralternativer og spørsmål, formuleringer og rekkefølge på spørsmål. Det mest hensiktsmessige av dette ble tilført.



### 3.5 Utvalg av spørsmål til spørreundersøkelsen

Spørsmålene som stilles i spørreundersøkelsen bygger mye på de spørsmålene som ble brukt i spørreundersøkelsen som SINTEF utarbeidet og sendte ut til 60 boenheter av beboerne i Miljøbyen Granåsen i 2014 (Berge et al., 2016). Disse spørsmålene belyser mye av det jeg ønsker å finne ut av. Samtidig har jeg utviklet noen egne spørsmål som jeg også har valgt å ta med. Tilsammen består spørreskjemaet av 27 ulike spørsmål. Det kunne trolig vært nyttig med enda flere spørsmål i spørreundersøkelsen, men for å øke sjansen for høy respons valgte jeg å ikke utforme en alt for lang og omfattende undersøkelse, da det trolig ville ført til at store deler av utvalget ikke orket å gjennomføre undersøkelsen.

Det samme spørreskjemaet har blitt distribuert til alle boligprosjektene og boenhetene i undersøkelsen. Det vil på den måten være enklere å sammenligne, spesielt med tanke på sammenligningen av passivhusene og boligene bygd etter TEK10 og TEK07.

I tabell 3 nedenfor er det listet opp hvilke type spørsmål og tema jeg har valgt å spørre om, samt hvilke faktorer jeg ønsker å finne ut mer av. Fullstendig og benyttet spørreskjema følger som vedlegg 3:

Tema/spørsmål	Faktorer
Personlig info	Alder, kjønn, antall beboere, botid
Opplevd luftkvalitet	Ubehag/plager, årsak til misnøye
Opplevd romtemperatur og luftfuktighet	Sommer og vinter
Forventning og grad av fornøydhet	Energibesparelse, dagslys og utsyn, lydisolering, planløsning og arkitektonisk utforming, temperaturforhold, luftkvalitet
Inneklima	Grad av fornøydhet, påvirkning på helsa
Ventilasjonsanlegg	Styremuligheter, luftkvalitet, informasjon/opplæring, brukervennlighet, lydnivå, viftehastighet/luftmengde,
Solavskjerming	Hva finnes/benyttes
Varmesystem/oppvarmingsløsning	Effekt, ulike rom
Åpent/lukket vindu	Tilgang på friskluft
Generelle kommentarer	Positive og negative sider ved boligen

Tabell 3: Tema/type spørsmål i spørreundersøkelsen

Mange av spørsmålene fokuserer på ventilasjonsanlegget og grad av fornøydhet rundt luftkvaliteten, samt tilluft og temperatur. Det stilles også en del spørsmål om opplevd romtemperatur og komfort både sommer og vinter. Argumentet for det er at kritikk rundt passivhus ofte har dreid seg om at de er for kalde på vinteren og for varme på sommeren. Her er det mulig å sammenligne opplevelsen i en bolig bygget etter TEK10 eller TEK07. Det fokuseres spesielt på soverom og stue/spise, da soverommene i passivhus ofte har fått kritikk for dårlig luftkvalitet og stue/spisestue er det mest benyttede oppholdsrommet i en bolig. Det stilles også spørsmål om solskjerming på solutsatte vinduer, da dette kan ha stor betydning for den opplevde luftkvaliteten og inneklimate. Dagslys i boligen, utsyn, planløsning/arkitektonisk utforming og energibesparelse har også vært i søkelyset hva gjelder kritikk av passivhus. Det stilles derfor spørsmål vedrørende tilfredshet med dette. Jeg har også valgt å gi respondentene mulighet til å skrive med egne ord hva gjelder positive og negative sider ved passivhuset. På den måten får jeg også et litt dypere innblikk i respondentenes meninger.

### 3.6 Utforming av svaralternativer

I forbindelse med utforming av spørreundersøkelsene ble det benyttet forskjellige former for svaralternativer. Den veletablerte 7 punkts-skalaen i samsvar med standarden NS-EN15251 og ASHRAE-standard 55 benyttes med alternativer i følgende skala:

Kaldt – Kjølig - Noe kaldt - Akkurat passe - Noe varmt – Varmt – Hett

Ved benyttelse av den denne skalaen er det mulig å fange opp forskjellene og nyansene mellom svarene da det er ulike grader av kjølig og varmt.

I forbindelse med vurdering av grad av tilfredshet med de forskjellige forholdene benyttes Ørebro-modellen som inspirasjon til utforming av svaralternativer. Denne modellen er opprinnelig et spørreundersøkelsesskjema for inneklimalager som har vært benyttet mye i en rekke undersøkelser både i Norge og Sverige (Andersson og Stridh, 1990).

I henhold til Ørebro-modellen ble en del av svaralternativene utformet i følgende to skalaer:

Svært misfornøyd – Misfornøyd - Noe misfornøyd - Ganske fornøyd - Fornøyd - Svært fornøyd

Ja, ofte – Ja, iblant – Nei, aldri

Ved benyttelse av den første Ørebro-skalaen er det også her mulig å fange opp forskjellene og nyansene mellom svarene da det er ulike grader av fornøyd og misfornøyd. Samtidig har jeg valgt å ikke ta med alternativet: "verken/eller" da jeg ser det som lite sannsynlig at noen *ikke* har en formening om det det spørres om.

## 3.7 Undersøkelsens kvalitet

I denne delen av oppgaven presenteres en vurdering av metodedelens kvalitet. Det er viktig å vurdere kvaliteten i undersøkelsen som gjennomføres. En bevissthet rundt dette gjør at man er klar over gyldigheten til studien og etterprøvbareheten av resultatet (Olsson, 2014). En undersøkelse er en metode for å samle inn empiri (Jacobsen, 2000). Den empirien som samles inn må være gyldighet og relevant (valid) og den må være pålitelig og troverdig (reliabel). I det følgende sees det nærmere på undersøkelsens validitet og reliabilitet.

### 3.7.1 Validitet

Validitet sier noe om *gyldigheten* i de innsamlede data, og i hvilken grad dataene representerer det vi ønsker å måle. Altså hvor godt innhentet data illustrerer kjernen i problemstillingen som oppgaven belyser (Olsson, 2014). I spørreundersøkelsen vil det (for å samle inn data fra flest mulig brukere), være begrenset med spørsmål og svar i form av avkrysningsalternativer. Dette gjør at svarene ikke kan utdypes og man kan gå glipp av relevant data, da svaralternativene muligens ikke fanger opp alle meningene til brukerne. Dette kan være med på å svekke validiteten til undersøkelsen. Det er derfor viktig å utforme representative og gode nok spørsmål og svaralternativer, samt å være kritisk og kontrollere alle spørsmål. Dette bør gjøres for å sikre at man oppnår så høy svarandel som mulig. En lav svarandel kan nemlig true validiteten til undersøkelsen. Det å stille åpne spørsmål hvor brukerne er nødt til å skrive en tekst, kan være en måte for å sikre god validitet ved at informanten kan fortelle fritt om sine opplevelser.

Basert på oppgavens problemstilling, som søker å finne ut om den generelle brukeropplevelsen i en stor populasjon, har gode assosiasjoner med inn klima og brukertilfredshet i passivhus, vil det bli for omfattende å skulle intervju et stort antall brukere om dette. Det samme gjelder for sammenligningen mellom beboere i passivhus og boliger bygget etter TEK10 og TEK07. For å finne ut grad av fornøydhet mellom to større populasjoner, vil en spørreundersøkelse egne seg best av praktisk årsaker. En spørreundersøkelse vil likevel ikke kunne fange opp alle forhold, noe som kan bli en svakhet eller utfordring med tanke på analyser og drøfting av resultater.

Det kan selvfølgelig diskuteres hvorvidt utvalget av boligene er representativt for alle norske boliger, både når det kommer til bygningstype, lokalisering, klima, standard, byggeår og lignende. Alle disse forholdene er svært like i sammenligningen mellom passivhusene og TEK10/07-boligene, og det kan derfor diskuteres hvorvidt dette er representativt for alle passivhus i Norge.

Det kan også diskuteres om populasjonen i utvalget er representativt for Norges befolkning. Utvalget inneholder ganske mange personer/boenheter. I tillegg er det både unge, eldre og barnefamilier. Boenhetene inneholder også alt fra én person til større familier i boenhetene. En slik variasjon mener jeg vil være positivt for validiteten i undersøkelsen.

Hvorvidt validiteten styrkes av at spørreundersøkelsen er sendt til boligprosjektene Rudshagen og Stenbråtlia i Oslo, kan også diskuteres. Flere potensielle respondenter øker antall svar og vil derfor styrke troverdigheten i resultatene. De er også lokalisert i en annen plass i landet og er bygget av andre utbyggere. Undersøkelsen gir derfor svar fra flere områder enn Trøndelag.

### 3.7.2 Reliabilitet

Reliabilitet knyttes til nøyaktigheten av undersøkelsens data (Johannessen et al., 2015). Reliabilitet er forbundet med *etterprøvnbarhet*. Dersom den samme undersøkelsen gjennomføres flere ganger under samme forhold med samme resultat, er det et kjennetegn på god reliabilitet (Olsson, 2014). For å sikre at respondentene på spørreundersøkelsen svarer noenlunde presist vil avkryssningssvar med gjensidig utelukkende alternativer være et godt hjelpemiddel, da respondentene trolig vil svare det samme om undersøkelsen hadde blitt foretatt på nytt. På en annen side kan brukeropplevelsen endres over tid, og Isaksson (2008) forteller om brukere av passivhus som mener at det å bo i passivhus er noe man må lære seg over tid. Samtidig poengterer Leaman og Bordass (2007) at når man som bruker ikke forstår eller kan kontrollere de tekniske installasjonene blir man tydelige mindre fornøyd med huset sitt. Dersom man som bruker lærer seg å forstå funksjonene i passivhuset, kan brukeropplevelsen og tilfredsheten bedres og en ny spørreundersøkelsen kunne gitt andre svar.

### 3.8 Etikk i forskning

I forskningsbaserte studier er det viktig å forholde seg til etiske prinsipper og juridiske retningslinjer. I utgangpunktet dreier etikk seg om prinsipper, regler og retningslinjer for vurdering av om handlinger er riktig eller gale (Johannessen et al., 2015). Det er derimot viktig å poengtere at det reises vel så mye etiske spørsmål til forskning som til handlinger. I masteroppgaven som gjennomføres kan forskningen både direkte og indirekte berøre mennesker. Spesielt i forbindelse med datainnsamling. All data fra internett, rapporter, bøker og annen litteratur følger det forskningsmessige prinsippet ved at det er oppgitt hvor informasjonen er hentet fra.

Det å gjennomføre et etiske forsvarlig opplegg er viktig. I forskningsbaserte intervjuer eller spørreundersøkelser kan spørsmålene bli dreid på en måte som gjør at forskeren oppnår de svarene han på forhånd ønsker. Etiske prinsipper kan for eksempel dreie seg om spørsmål som blir stilt under et ordinært intervju og som respondenten opplever som ubehagelig eller for nærgående. Dette kan reise tvil om undersøkelsesopplegget kan rettfærdiggjøres etisk.

Ved gjennomføring av spørreundersøkelser til beboere i denne oppgaven er det viktig å tenke over hvordan temaet brukertilfredshet kan belyses uten at det får etisk uforsvarlige konsekvenser for enkeltmennesker, grupper eller hele samfunnet. Hvorvidt respondentene kan identifiseres må avklares (Johannessen et al., 2015). I og med at spørreundersøkelsen som gjennomføres i masteroppgaven har anonyme svar, vil det ikke være mulig å indentifisere respondentene og spørreundersøkelsen vil ikke inneholde personopplysninger.

Et annet etisk aspekt i forholdet mellom forsker og undersøkt som det er viktig å formidle til undersøkte, er undersøkelsens hensikt og hvordan data skal benyttes (Jacobsen, 2000). I denne oppgavens tilfelle vil dette være mulig ved å legge ved et informasjonsbrev pr epost eller respondentene blir informert i eposten.

Det stilles også en del etiske krav i forbindelse med riktig presentasjon av data. Resultater som fremgår av forskningen skal forsøkes gjengis i fullstendig og riktig sammenheng (Jacobsen, 2000). Svarfordelinger på enkeltspørsmål (i forbindelse med kvantitative metoder) bør settes inn i en større sammenheng. I forbindelse med spørreundersøkelser er det flere viktige momenter å ta hensyn til. Det man skal unngå er å bruke et resultat som er tatt ut av sin sammenheng, til å argumentere for noe som respondenten helt klart ikke har ment opprinnelig (Jacobsen, 2000). Riktig presentasjon av data innebærer også at man ikke skal forfalske data og resultater til sin egen fordel.

Etikk i forskning handler også om at forskeren må stå for de resultatene som faktisk kommer ut av undersøkelsen. *"I prinsippet skal all forskning være åpen"* (Jacobsen, 2000). Forskeren *kan* ende opp med overraskende resultater. Forskningen behøver likevel ikke å resultere i banebrytende resultater. Resultatene kan også fremkomme som selvsagte. Det viktigste er at metoden som blir benyttet kan rettferdiggjøres etisk.

Det er også viktig å bemerke at i gjennomføringen av masteroppgaven skal jeg som forsker være nøytral og ikke ta noe parti. De spørsmålene som jeg stiller skal derfor ikke favorisere verken det ene eller det andre synspunktet. På den måten vil det etiske forholdet mellom forsker og samfunn ivaretas på en god måte.

## 4 Resultater

I dette kapittelet presenteres resultatene som er samlet inn gjennom forskningen i denne oppgaven, bygd på beskrivelser i foregående kapitler. Med resultater menes de svarene som ble avdekket i spørreundersøkelsene som ble utsendt til beboerne. Resultatene er samlet opp i forskjellige diagrammer og tabeller og viser hva beboerne har svart på de ulike spørsmålene.

Dette kapittelet er inndelt i to hoveddeler. Første del av kapittelet presenterer de samlede resultatene fra alle passivhusboligene, herunder både Miljøbyen Granåsen, Stenbråtlia og Rudshagen. På den måten kan man få et helhetlig og generelt inntrykk av tilfredsheten til en større populasjon av beboere i passivhus. I andre del av kapittelet presenteres en sammenstilling av resultatene fra passivhusbeboerne i Miljøbyen Granåsen mot resultatene fra beboere i boligene bygget etter TEK10/07, herunder Grilstad Park. På den måten kan man få et inntrykk i, samt en forståelse for de ulikhetene og likhetene i tilfredshet mellom inneklimate i passivhusboliger og boliger bygget etter TEK10/07.

### 4.1 Utvalg og respons

Masteroppgaven bygger som tidligere nevnt på en kvantitativ spørreundersøkelse. Spørreundersøkelsen følger som vedlegg 3. Mine vurderinger og drøftinger av resultatene vil bli behandlet i kapittel 5.

Gjennomføringen av spørreundersøkelsen ble foretatt i februar 2016. Verktøyet som ble benyttet var Google Docs, et praktisk, gratis, enkelt og oversiktlig redskap som har vært til stor nytte i gjennomføringen. Utsendelsen av spørreundersøkelsen startet 16.02.16. Som en følge av at Google Docs har en kvotebegrensning på antall eposter som kan sendes ut til 50 stk pr døgn, gjorde dette at jeg ble nødt til å sende ut spørreundersøkelsen over flere dager.

På grunn av at spørreundersøkelsen var anonym hadde jeg ikke anledning til å se hvem som hadde svart og ikke. Det ble derfor sendt ut én "purremelding" til alle epost-adressene i hele utvalget hvor det uttrykkelig kom frem at de som allerede hadde besvart spørreundersøkelsen kunne se bort i fra mailen.

Det var ikke noe krav om at alle spørsmålene måtte besvares, men de fleste besvarelsene var stort sett fullstendig utfylt. Purremeldingen ble utsendt 5, 6 eller 7 dager etter første utsending. Som forventet kom de fleste svarene inn i rett i etterkant av første utsending og rett i etterkant av purremailen. Det gjøres oppmerksom på at epostlistene jeg fikk tilgang til ikke garanteres



fullstendig oppdaterte. Jeg fikk for eksempel 3 svar hvor de opplyste at de ikke bodde der lengre og derfor ikke kunne svare. 2 personer svarte at de leide ut leiligheten og at de derfor ikke hadde nok informasjon til å svare. Det må derfor tas høyde for at det kan være flere som ikke har svart grunnet disse ulike forhold.

Andel svarprosent varierte fra boligprosjekt til boligprosjekt. Av passivhusboligene ble svarandelen slik:

	Miljøbyen Granåsen	Rudshagen	Stenbråtlia
Utvalg	120	17	32
Respondenter	58	10	19
Svarprosent	47,5 %	58,8 %	59,3 %

Tabell 3: Svarandel i passivhusboligene

I henhold til Jacobsen (2000) sin tommelfingerregel er en svarprosent på over 50% tilfredsstillende. Survey Monkey, som er et annet verktøy for utforming og utsendelser av spørreundersøkelser presiserer imidlertid at en svarprosent på mellom 20-30 % anses som svært bra, i de tilfeller hvor det ikke finnes en eksisterende relasjon til mottakerne. (SurveyMonkey, 2016). Det vil likevel være mest fornuftig å operere med at svarprosenten bør ligge over 50%.

Den totale og gjennomsnittlige svarprosenten for alle beboerne i passivhus ble 51,47%. Dette tilfredsstiller så vidt prosentandelen på minimum 50% som ansees som tilstrekkelig i følge Jacobsen (2000).

Av beboerne i boliger bygget etter TEK10/07 på Grilstad Park ble svarandelen slik som vist i tabell 4.

	Grilstad Park
Utvalg	146
Respondenter	62
Svarandel	42,4%

Tabell 4: Svarandel på Grilstad Park (TEK10/07)

Svarandelen for Grilstad Park er noe mindre enn hos passivhusbeboerne i alle de tre prosjektene. Grilstad Park har likevel betydelig større utvalg enn både Rudshagen og Stenbråtlia og svarandelen opplever jeg derfor som tilfredsstillende for oppgavens forskning.

Tilsammen ble 315 eposter utsendt i forskningen og dette ga totalt 149 respondenter. Svarprosenten totalt sett er derfor 47,3% av totalt utsendte forespørslar.

Respondentenes kjønn var meget jevnt fordelt:

Kvinner: 47,3%  
Menn: 52,7%

Aldersgruppe fordelte seg slik:

20-40 år: 52,3%  
41-65 år: 42,3%  
Over 65 år: 5,4%

Antall i husholdningen fordelte seg slik:

4 eller flere: 40%  
3: 15%  
2: 28,5%  
1: 16,5%

Totalt sett ville det vært en fordel for oppgaven at svarandelene var noe høyere. Dette gjelder for både Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park. Dette da funnene og konklusjonene i oppgavens diskusjonsdel ville blitt mer troverdig. Jeg anser likevel de oppnådde svarandelene som langt over forventet og som nyttige i oppgavens søk på svar på problemstillingen.

Selv om svarandelene gir oss en pekepinn på hvor mange av utvalget som har besvart undersøkelsen vil det være mer hensiktsmessig å se på feilmarginer og konfidensnivå for å vurdere troverdigheten til funnene.

## 4.2 Feilmargin og konfidensnivå:

Det er viktig å bemerke at en undersøkelses pålitelighet og troverdighet ikke er linket direkte opp mot svarprosenten. Dette kommer helt an på hvor stor utvalget, eller populasjonen er. En svarandel på 50% kan være tilstrekkelig for å oppnå et pålitelig resultat dersom populasjonen er stor nok. Samtidig vil en svarandel på under 50% kunne svekke påliteligheten dersom utvalget er lite, for eksempel under 100 personer. For å kunne si noe mer troverdig om undersøkelsens funn kan det derfor være hensiktsmessig å se på feilmarginer og konfidensintervall.

*Feilmargin* forteller oss hvor sikker vi er på at svarene fra respondentene gjenspeiler synspunktene til målgruppen. Dersom for eksempel 90% av respondentene har svart det samme, vil en feilmargin på 5% bety at det er mellom 85-95% av respondentene som vil svare det aktuelle svaralternativet. 5% feilmargin er det mest vanlige, men alt fra 1-10% er mulig, selv om en feilmargin på over 10% vil kunne svekke påliteligheten til undersøkelsen (SurveyMonkey, 2016).

*Konfidensintervall* handler om hvor sikker man er på at respondentene er en nøyaktig refleksjon av målgruppen. Konfidensintervall er altså sannsynligheten for at de utvalgte respondentene ga de resultatene som målgruppen samlet sett ville gitt (SurveyMonkey, 2016). Man kan operere med konfidensintervall på 90-99% avhengig av undersøkelsen. Det vanligste er 95% og jeg velger derfor å benytte dette. Konfidensintervall på 95% betyr at jeg ville fått de samme resultatene i 95% av tilfellene.

Ved beregning av feilmargin og konfidensnivå benyttet jeg et kalkulasjonsverktøy hentet på nettsiden [www.spørreundersøkelser.no](http://www.spørreundersøkelser.no). Verktøyet beregner feilmarginer ut i fra hvor stort utvalget er og hvor mange av utvalget som har respondert på undersøkelsen. Verktøyet viste følgende:

	Miljøbyen Granåsen (Passivhus)	Rudshagen borettslag (Passivhus)	Stenbråtlia borettslag (Passivhus)	Grilstad Park (TEK10/07)	Totalt
Utvalg	120	17	32	146	315
Respondenter	58	10	19	62	149
Svarprosent	48,3%	58,8%	59,3%	42,4%	47,3%
Konfidensnivå	95%	95%	95%	95%	95%
Feilmargin	+/- 9,2%	+/- 19,9%	+/- 14,3%	+/- 9,4%	+/- 5,8%

Tabell 5: Statistisk oversikt av utvalg og svarandel

I tabell 5 ser vi at selv om Rudshagen borettslag og Stenbråtlia borettslag har de høyeste svarprosentene, er det Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park som har de laveste feilmarginene og som derfor vil gi de mest pålitelige resultatene og funnene.

Feilmarginen bør i utgangspunktet ikke overstige 10%. Rudshagen borettslag og Stenbråtlia borettslag har feilmarginer som egentlig er alt for høye, samtidig som feilmarginene til Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park er akkurat på grensen. I presentasjonen av resultatene fra passivhusene og drøftingen i kapittel 5, har jeg likevel valgt å vurdere alle passivhusboligene under ett da feilmarginen på disse tre passivhus-boligprosjektene, hvis man ser dem samlet under ett, kun blir på +/- 7,3%. Feilmarginen basert på antall utsendte eposter totalt og antall respondenter totalt er +/- 5,8%, noe som ansees som et meget tilfredsstillende resultat.

## 4.3 Feilkilder

Selv om svarprosentene er ganske høye for spørreundersøkelsen i masteroppgaven, kan det likevel være potensielle feilkilder som vil kunne påvirke resultatet. I all forskning er det viktig å være bevisst på mulige feilkilder som kan påvirke resultatet. Dette er samtidig svært relevant i forbindelse med spørreundersøkelser.

Når det gjelder spørsmålene i spørreundersøkelsen kan dens utforming være av avgjørende karakter. Dette gjelder både valg av riktig spørsmål, klare, konsise og tydelig spørsmål, samt ikke for lange spørsmål. En mulig feilkilde kan likevel være at respondentene trykker på vilkårlige svaralternativ for å komme seg raskt igjennom undersøkelsen. Dette vil være en potensiell feilkilde i alle spørreundersøkelser, og det må derfor gjøres oppmerksom på at dette kan være en potensiell feilkilde også i denne studien.

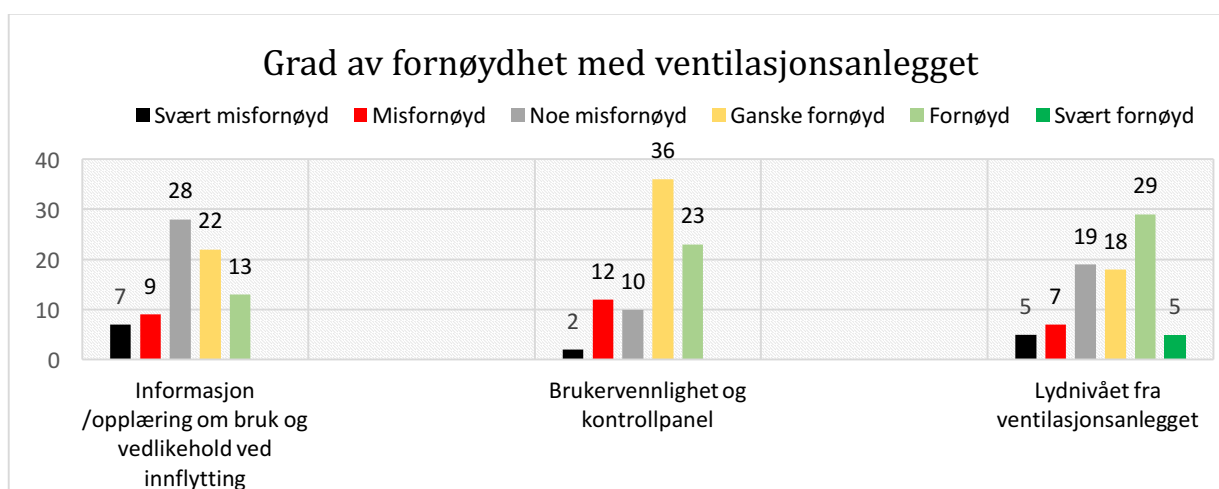
Variasjon i bruk av boligen kan også være en potensiell feilkilde i undersøkelsen. Naturligvis vil en stor familie ha mye større forbruk av blant annet varmtvann og elektrisk utstyr enn i en tilsvarende bolig med færre beboere. I tillegg vil det også være større energiskapende aktivitet som vil påvirke ventilasjon og inneklimate, men samtidig mindre behov for romoppvarming. Deres opplevelse av boligen og tilfredshet vil derfor kunne sprike og kan derfor være en potensiell feilkilde.

Det er også variasjoner i luftevaner blant mennesker, samtidig som man har ulike preferanser for romtemperaturer. Avvik i utførelse av for eksempel innregulering av teknisk anlegg, lufttetthet, og konstruksjon kan også skape potensielle feilkilder.

## 4.4 Resultater fra passivhusboligene

I det følgende delkapittelet presenteres resultatene fra alle de 3 ulike passivhusboligprosjektene samlet under ett. Til sammen er det registrert 87 respondenter. Det gjøres oppmerksom på at noen få spørsmål ikke har 87 svar, men mangler ett til 5 svar. Dette som en årsak av at hvert spørsmål ikke krevde å bli besvart for å kunne gå videre i spørreundersøkelsen.

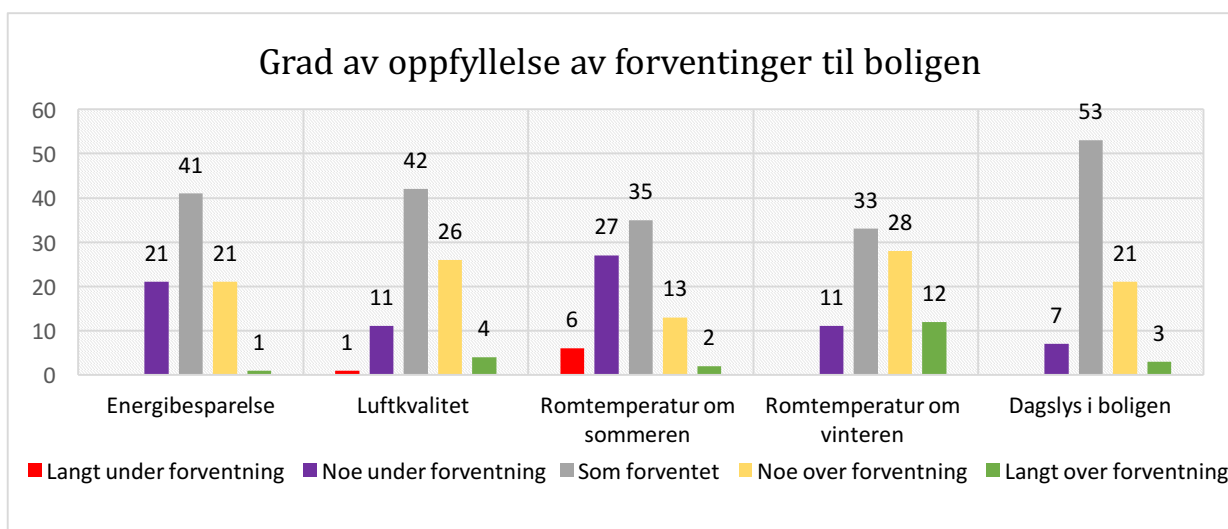
Et av de sentrale spørsmålene som ble stilt i forbindelse med brukertilfredshet i passivhus var: *"Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med ventilasjonsanlegget når det gjelder følgende forhold?"* Figur 10 nedenfor viser resultatet, med antall personer på y-aksen.



Figur 10: Fornøydhet med ventilasjonsanlegget under 3 gitte forhold

Resultatene viser at hele 44 av 79 (55,7%) er "noe misfornøyd", "misfornøyd" eller "svært misfornøyd" med informasjon/opplæring om bruk og vedlikehold ved innflytting. Når det gjelder lydnivå, samt brukervennlighet/kontrollpanel faller også her store andeler på henholdsvis 37,3% (31 av 83) og 28,9% (24 av 83) innenfor denne kategorien.

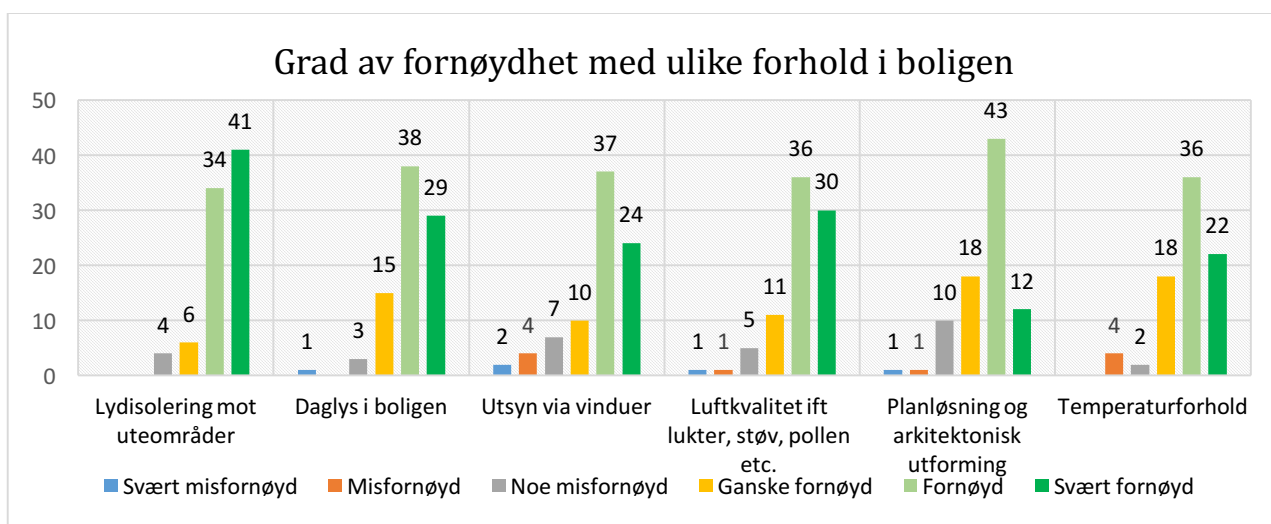
I spørreundersøkelsen ble det spurt om: *"I hvor stor grad er dine forventninger til din bolig oppfylt når det gjelder følgende 5 forhold?"* Resultatene fordelte seg slik som vist i figur 11, med antall personer på y-aksen.



Figur 11: Grad av oppfyllelse av forventninger til boligen

Resultatene viser at det er energibesparelse og romtemperatur om sommeren som er de faktorene som minst har oppfylt forventningene til beboerne. Samtidig oppleves luftkvalitet, daglystilgang i boligen og romtemperatur om vinteren som forventet eller bedre av de aller fleste.

Videre ble det stilt spørsmål om grad av fornøydhhet med tanke på 6 ulike forhold over lengre tid. Med lengre tid, menes 1-2 år og oppover. "Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende 6 forhold når det gjelder ditt passivhus?" Figur 12 viser fordelingen med antall personer på y-aksen.

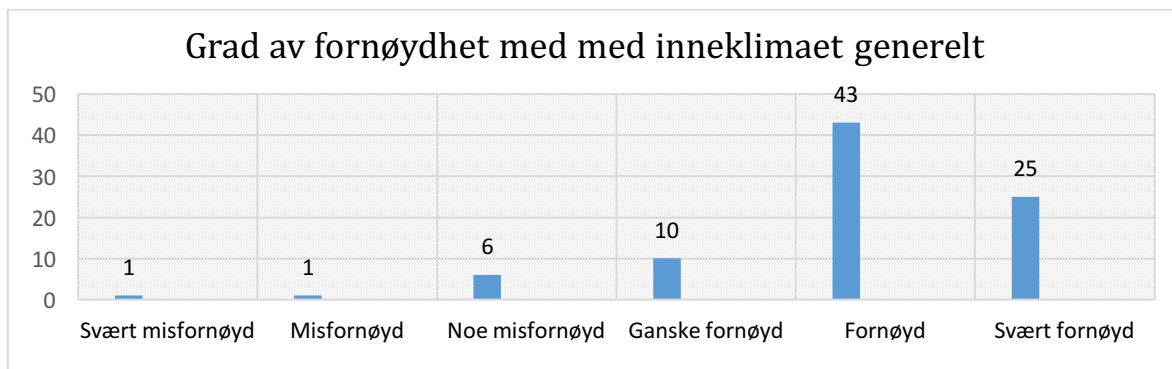


Figur 12: Grad av fornøydhet med ulike forhold i boligen

Diagrammet viser at de fleste respondentene har svart i sjiktet mellom "ganske fornøyd" og "svært fornøyd" på alle de 6 nevnte forholdene. Kun 4 av 85 (4,7%) opplyser å være "noe misfornøyd" med lydisolering mot uteområder og kun 5 av 86 (4,6%) har svart i sjiktet mellom "svært misfornøyd" og "noe misfornøyd" i

forhold til daglys i boligen. Kun 13 av 84 (15,5%) har en grad av misnøye med tanke på utsyn. Kun 7 av 84 (8,3%) har en grad av misnøye med luftkvalitet. Kun 12 av 85 (14,2%) har en grad av misnøye i forhold til planløsning og arkitektonisk utforming og kun 6 av 82 (7,3%) i forhold til temperaturforhold.

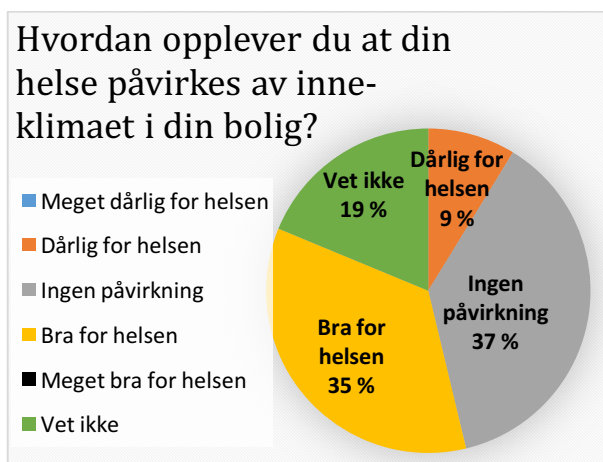
Svarfordelingen på spørsmålet om i hvor stor grad de er fornøyd med inneklimateet i sin egen bolig generelt vises i figur 13 med antall personer på y-aksen.



Figur 13: Grad av fornøydhet med inneklimateet generelt

Resultatet viser at hele 68 av 86 (79%) er "fornøyd" eller "svært fornøyd" med inneklimateet på generelt grunnlag. Kun 8 av 86 (9,3%) av beboerne har en grad av misnøye med inneklimateet i boligen.

Et relevant spørsmål i denne sammenheng er hvorvidt beboerne mener at sin egen helse påvirkes av inneklimateet i boligen. Resultatet fremkommer i figur 14 nedenfor.

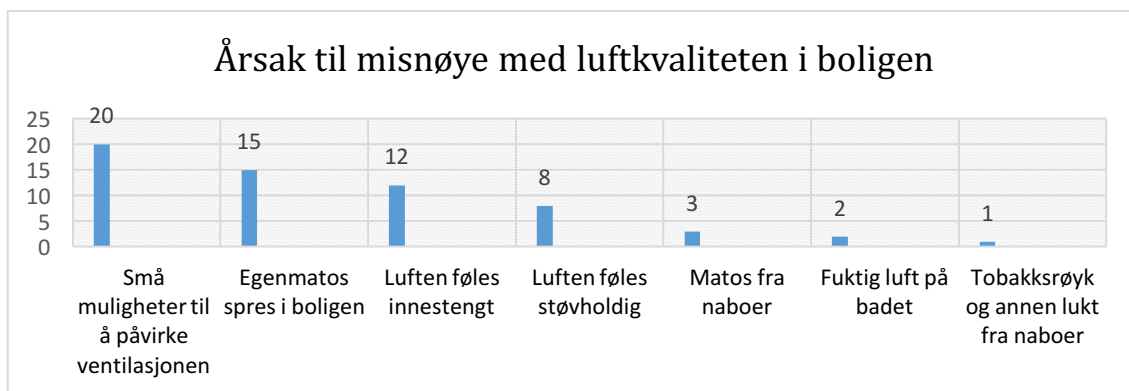


Figur 14: Opplevelse av inneklimateets påvirkning på helsen

En stor del av respondentene mener at inneklimateet er bra for helsen. Samtidig mener en enda større andel at inneklimateet ikke har noen påvirkning for helsen. Dette er et interessant funn, da de tilsynelatende dermed *ikke* mener at inneklimateet er bra for helsen, samtidig som de mener det ikke er dårlig for helsen. En relativt stor andel har i tillegg ingen kjennskap til hvorvidt inneklimateet påvirker helsen.



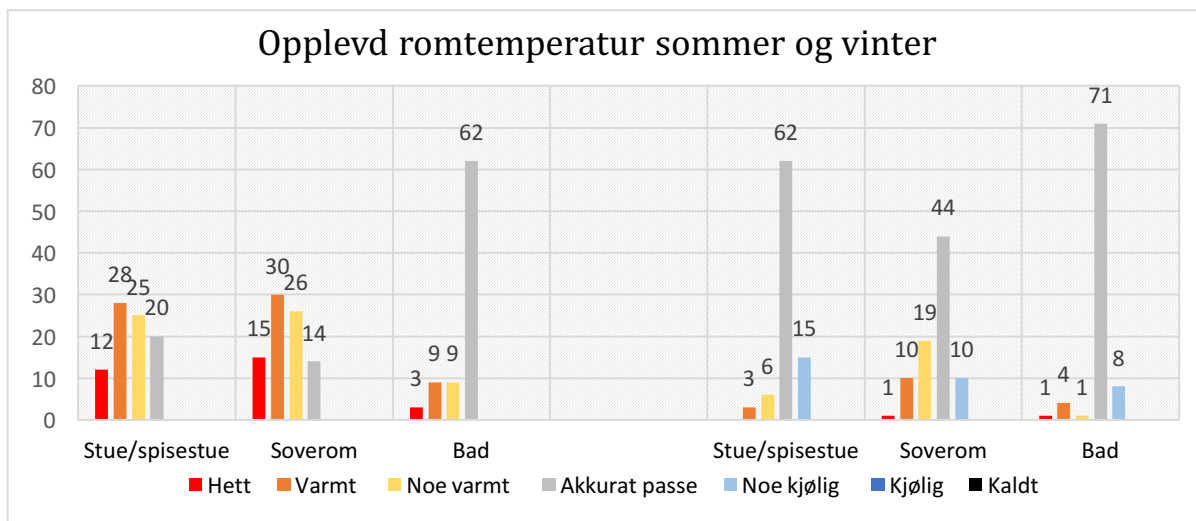
Et av de mest sentrale funnene er spørsmålet om hva som var årsaken til misnøye dersom respondentene hadde misnøye med luftkvaliteten i boligen. Her har 39 av de 87 respondentene (44,8%) avgitt svar. Jeg går derfor ut i fra at 44,8% har en eller annen grad av misnøye med luftkvaliteten. Fordeling av årsak vises i figur 15 nedenfor. Respondentene kunne avgi svar på flere alternativ. Flere eller andre alternativ enn de som er oppgitt kunne også vært årsak til misnøye. Jeg ser likevel på disse alternativene som de mest relevante på bakgrunn av tidligere brukerundersøkelser i passivhus. Y-aksen i figur 15 viser antallet personer.



Figur 15: Årsak til misnøye med luftkvaliteten

En del tidligere undersøkelser, for øvrig omtalt i teoridelen av oppgaven, har vist at en del beboere i passivhus opplever at luften føles innestengt. I masteroppgavens spørreundersøkelse, ser vi at blant de som føler noen grad av misnøye med luftkvaliteten viser figur 15 at faktoren "luften føles innestengt" er av avgjørende betydning. Samtidig opplever en større andel at egen matos som spres i boligen også påvirker luftkvaliteten i negativ retning. Den største årsaksfaktoren til misnøye med luftkvaliteten blant de oppgitte alternativene er imidlertid begrensninger på muligheter til å regulere ventilasjonen.

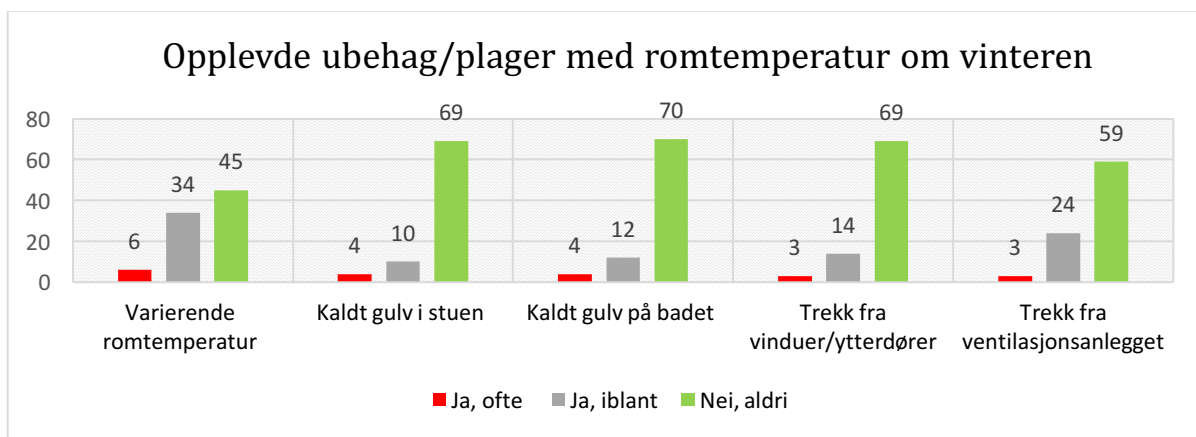
Som beskrevet i teoridelen av oppgaven har en del tidligere undersøkelser og publikasjoner også rettet kritikk mot opplevd romtemperatur i de ulike årstidene i passivhus. Spesielt har det vært kritikk mot at det blir for varmt om sommeren. Figur 16 nedenfor viser hvordan de 86 respondentene opplever romtemperaturen på stue/spisestue og bad både på sommer og vinter. Sommer er til venstre og vinter til høyre.



Figur 16: Opplevd romtemperatur sommer og vinter

Vi ser her helt tydelig at majoriteten er fornøyd med opplevd temperatur på de ulike rommene på vinters tid da de fleste svarer "akkurat passe". På sommeren er det derimot overvekt på "noe varmt", "varmt" og "hett" på stue/spisestue og spesielt på soverom der hele 71 av 85 (83,5%) har svart at det er "noe varmt", "varmt" eller "hett".

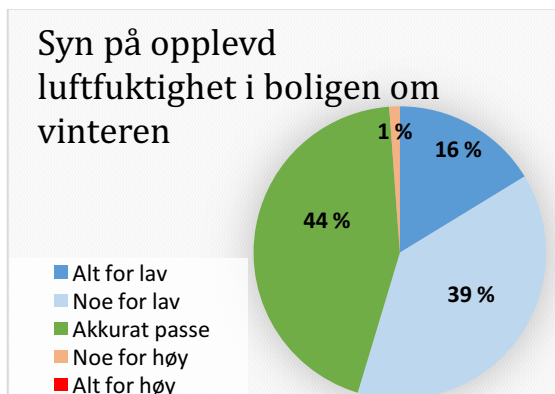
I forbindelse med opplevd romtemperatur på vinteren ble det også spurt om hvilke ubehag/plager respondentene hadde opplevd som følge av misnøye med romtemperaturen. Resultatene vises i figur 17 nedenfor med antall personer på y-aksen.



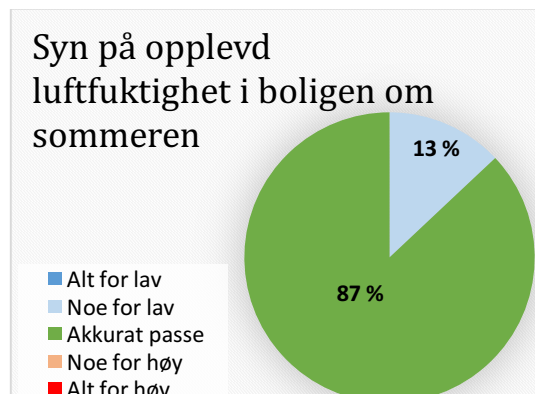
Figur 17: Opplevde ubehag/plager med romtemperatur om vinteren

Som diagrammet viser har majoriteten "aldri" opplevd 5 av de 5 nevnte forholdene. Det er derimot en betydelig andel som "i blant" opplever varierende romtemperatur og trekk fra ventilasjonsanlegget. Kaldt gulv i stuen, på badet eller trekk fra vinduer/ytterdører er det få som opplever.

I figurene 18 og 19 nedenfor presenteres resultatet fra spørsmålene om hvordan beboerne i passivhusene opplever luftfuktigheten i boligen både vinter og sommer.



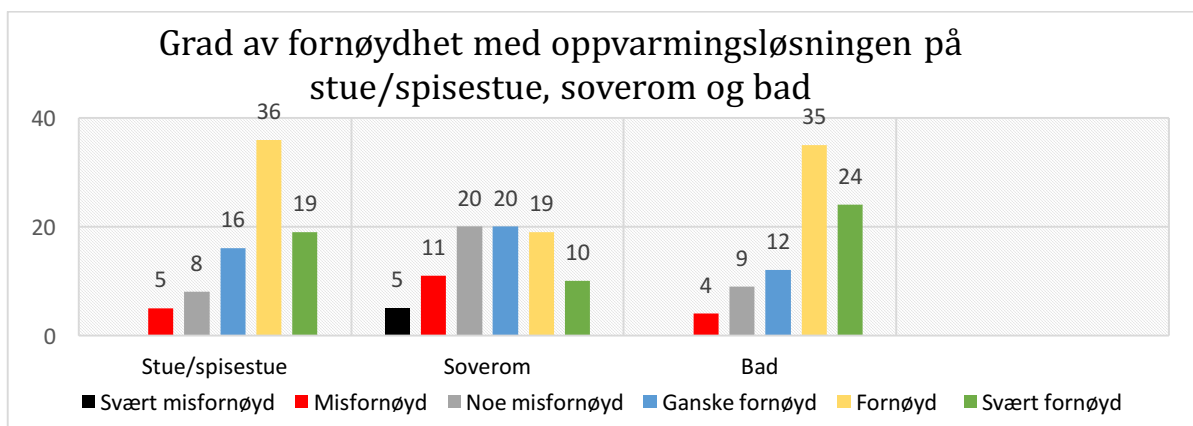
Figur 18: Syn på opplevd luftfuktighet i boligen om vinteren



Figur 19: Syn på opplevd luftfuktighet i boligen om sommeren

Som vi ser av figur 18 opplever 55% (39%+16%) en luftfuktighet som er for lav om vinteren, mens 44% opplever den som akkurat passe. På sommeren opplever derimot 87% av respondentene en luftfuktighet som er akkurat passe og kun 13% som for lav. Resultatet viser dermed en stor forskjell i opplevd luftfuktighet mellom sommer og vinter.

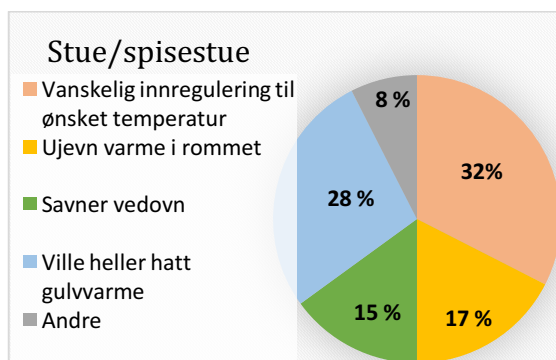
Det er videre interessant å se om det foreligger noen forskjeller i grad av tilfredshet med oppvarmingsløsningen i de ulike rommene i boligen. De fleste respondentene tilhører Miljøbyen Granåsen hvor oppvarmingen består av fjernvarme med radiator på stuen. På badet er det elektrisk oppvarming med varmekabler i gulv. I Stenbråtlia består oppvarming hovedsakelig av vannbåren gulvvarme i gulv på grunn, bad og stue. En stor del av romoppvarmingen kommer fra solfanger på taket. Rudshagen borettslag har varmepumpe til oppvarming, samt elektrisk oppvarming med varmekabler i gulv på bad. I figur 20 nedenfor vises det til hva beboerne har besvart, med antall personer på y-aksen.



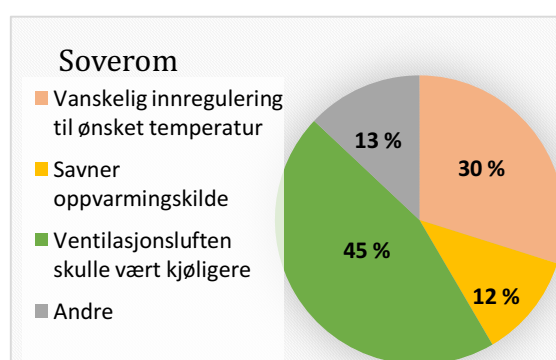
Figur 20: Grad av fornøydhet med oppvarmingsløsningen på stue/spisestue, soverom og bad

Som vi ser av figuren ovenfor er det soverommet som er gjenstand for mest misnøye av rommene, hvor 36 av 85 (42,3%) opplyser at de er enten ”svært misfornøyd”, ”misfornøyd” eller ”noe misfornøyd”. Bad og stue/spisestue scorer høyt på tilfredshet med tanke på oppvarmløsløsning.

Det ble også spurt om hva som var årsaken til misnøye med oppvarmløsløsningen på soverom og stue/spisestue. Høy grad av tilfredshet med oppvarmløsløsningen på badet gjør at årsak til misnøye i dette rommet ikke tas med i rapporten. 29% og 65,1% av respondentene har valgt å svare på årsaken til misnøye med oppvarmløsløsningen på henholdsvis stue/spisestue og soverom. Årsaken til misnøye på stue/spisestue og soverom er illustrert i figurene 21 og 22 nedenfor.



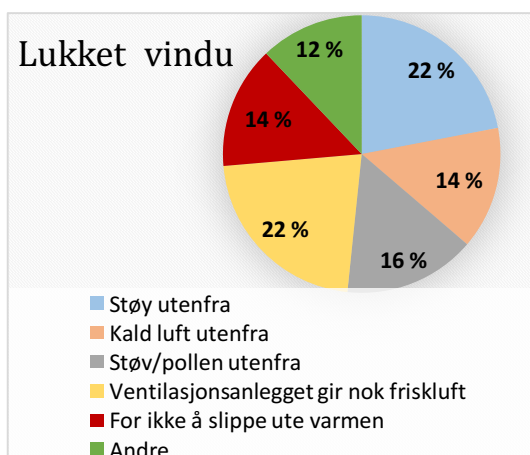
Figur 21: Årsak til misnøye med oppvarmløsløsningen på stue/spisestue



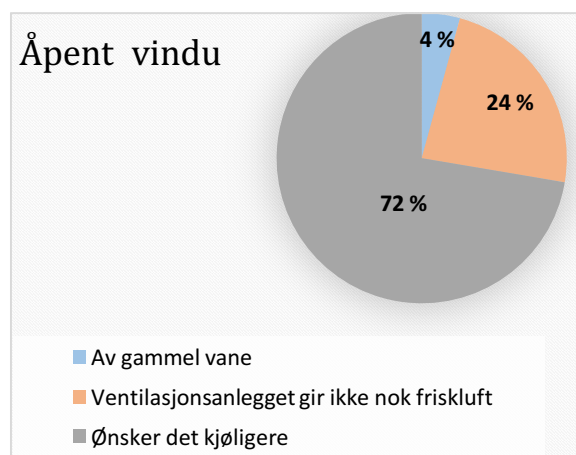
Figur 22: Årsak til misnøye med oppvarmløsløsningen på soverom

Av de 29% av respondentene som hadde misnøye med oppvarmløsløsningen på stue/spisestue, er den helt klart største årsaken til misnøyen at de synes det er vanskelig å regulere til ønsket temperatur, samt at de gjerne heller ville hatt gulvvarme. Basert på at 65,1% valgte å svare på spørsmålet om årsak til misnøye med oppvarmløsløsningen på soverommet antar jeg at 65,1% har en grad av misnøye. Av denne prosentandelen viser resultatene at de fleste mener at ventilasjonsluften skulle vært kjøligere. Samtidig mener beboerne at det også i dette rommet er vanskelig å regulere til ønsket temperatur.

I forbindelse med kritikken i media om misnøye med luftkvaliteten og oppvarmløsløsningen spesielt på soverom i passivhus, ble det også spurt om årsaken til hvorfor de hadde vinduet åpent og/eller lukket om natten til tider. Resultatet er fremstilt i figurene 23 og 24 nedenfor.



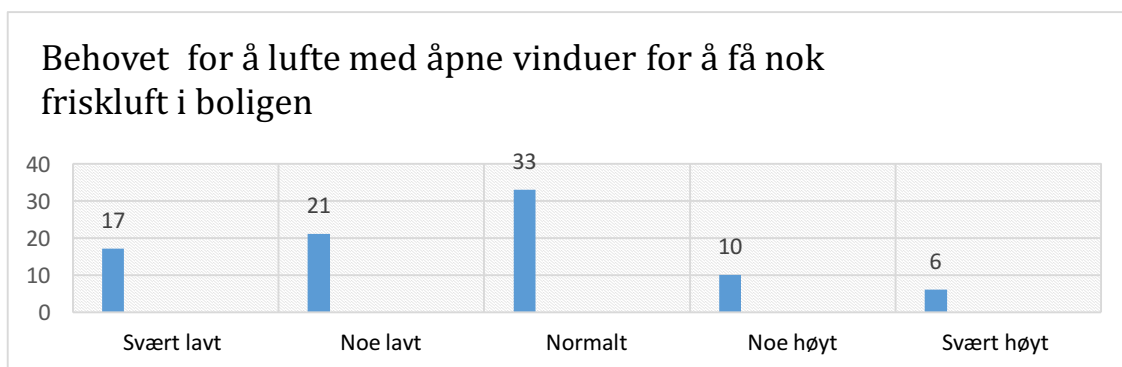
Figur 23: Årsak til lukket vindu



Figur 24: Årsak til åpent vindu

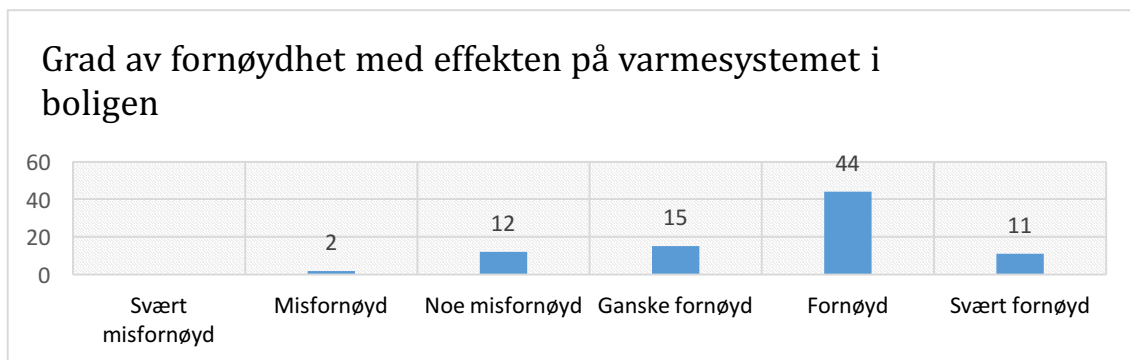
Som vi ser er årsakene til "lukket vindu om natten til tider" relativt jevnt spredt på de ulike alternativene. Det er likevel "støy utenfra" og "nok friskluft fra ventilasjonsanlegget" som er den største årsaken. Når det gjelder åpent vindu oppgir hele 72% at årsaken til dette er at de ønsker det kjøligere, mens 24% sier det er på grunn av at ventilasjonsanlegget ikke gir nok friskluft.

Tett og innestengt luft har vært gjenstand for kritikk mot passivhus i media. Det er derfor interessant å se på om effekten på ventilasjonssystemet er nok til at beboerne opplever at boligen har nok frisk luft. I spørreundersøkelsen ble det derfor spurt om hvordan beboerne opplevde behovet for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft i boligen. Resultatet er fremstilt i figur 26 nedenfor. Y-aksen viser antall personer.



Figur 26: Behovet for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft i boligen

Som vi ser av diagrammet opplever hele 71 av 87, altså 81,6% et normalt eller lavere behov for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft. Det vil i tillegg være interessant å se på om beboerne er like fornøyde med effekten på varmesystemet. Figur 27 nedenfor representerer svarerne fra respondentene. Y-aksen viser antall personer.



Figur 27: Grad av fornøydhet med effekten på varmesystemet i boligen

Vi ser av diagrammet at 55 av 85 (64,7%) er ”fornøyd” og ”svært fornøyd” og kun 14 av 85 (16,4%) har en grad av misnøye knyttet til effekten på varmesystemet.

## 4.5 Sammenligning av resultater fra passivhus og boliger bygget etter TEK10 og TEK07

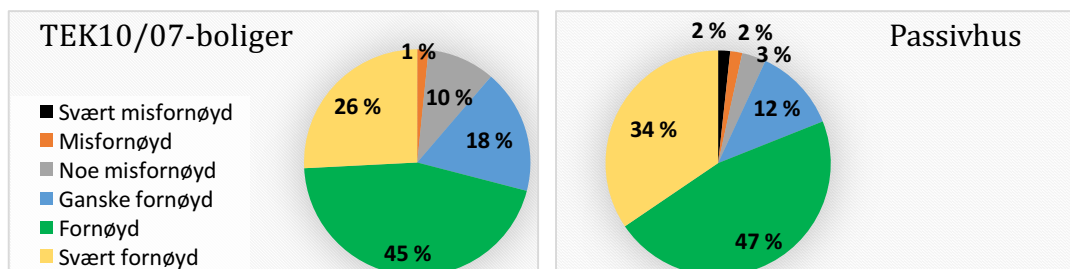
I det følgende delkapittelet presenteres en sammenligning av resultatene fra passivhusboligene i Miljøbyen Granåsen og TEK10/07-boligene på Grilstad Park.

Som vi så i tabell 5, ser vi at Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park hadde ganske like feilmarginer og like innenfor grensen til hva som er tilstrekkelig for å få troverdige funn og drøftinger. Som tabell 7 nedenfor viser, hadde begge boligprosjektene ganske like svarandeler. Dette ser jeg på som positivt i forbindelse med sammenligningen, da begge prosjektene har et likt utgangspunkt når det gjelder svarandeler.

	Miljøbyen Granåsen (PH)	Grilstad Park (TEK10/07)
Utvalg	120	146
Respondenter	58	62

Tabell 7: Utvalg og respondenter Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park

Grad av fornøydhet med inneklimate generelt i boligen er en relevant sammenligningsfaktor. I figur 28 nedenfor ser vi at prosentandelen som er fornøyd og svært fornøyd er på 71% og 81% på henholdsvis TEK10/07-boligene og passivhusene.

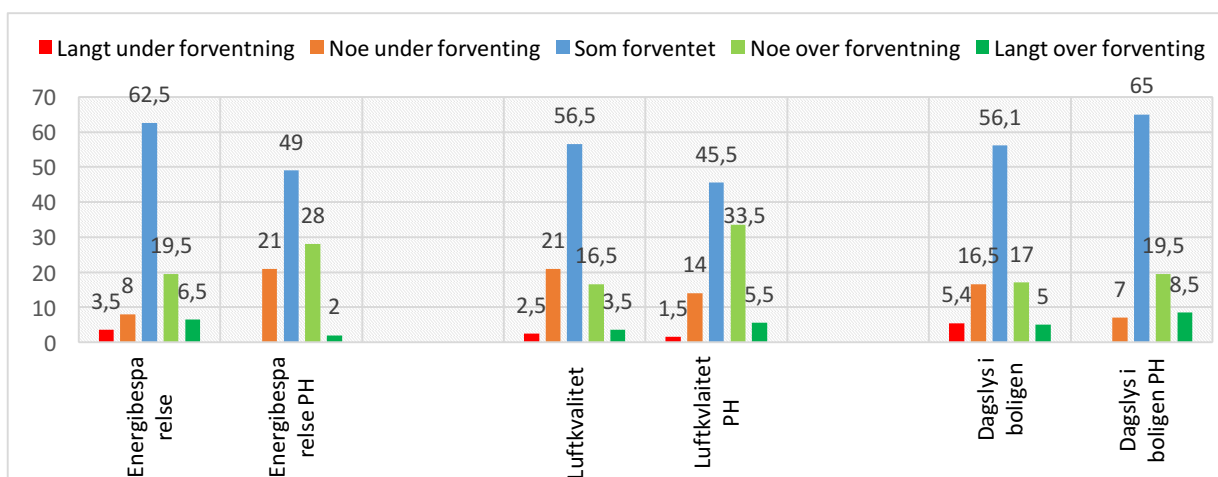


Figur 28: Grad av fornøydhet med inneklimate generelt i boligen

Av de som er noe misfornøyd til svært misfornøyd er andelene på 11% og 7% på henholdsvis TEK10/07-boligene og passivhusene. De fleste er altså godt fornøyd, selv om passivhusene har en noe høyere grad av tilfredshet, og lavere andel med misfornøyd.

Videre vil det være interessant å se på forskjellene i hvor stor grad beboernes *forventninger* til boligen er oppfylt under ulike forhold. Figurene 29 og 30 nedenfor viser prosentvis hva beboerne har svart. PH står for passivhus. De andre søylene representerer TEK10/07. Y-aksen viser prosenter.



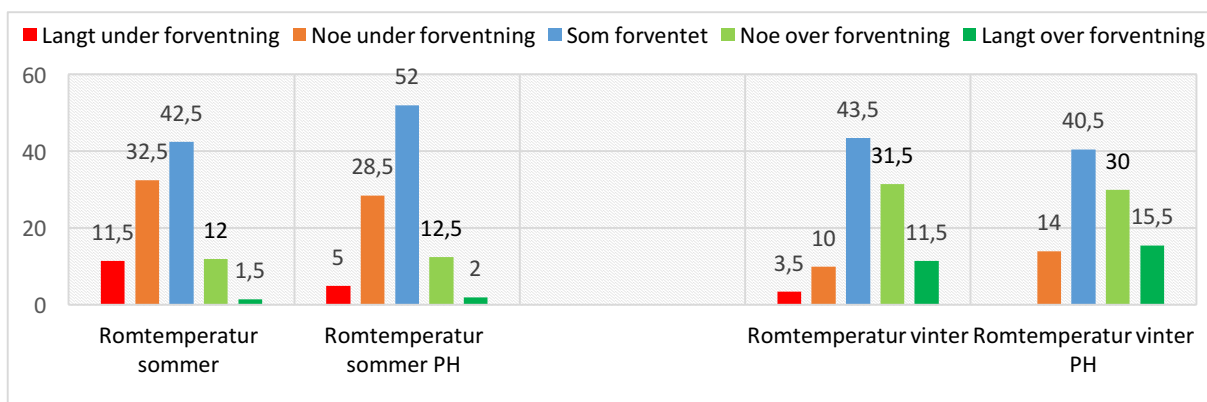


Figur 29: Grad av oppfyllelse av forventninger til boligen

Diagrammet viser at prosentandelen av de som mener grad av oppfyllelse av forventninger til energibesparelse er "som forventet" eller bedre, er litt høyere på Grilstad Park enn i passivhusene, herunder tilsammen 88,5% mot 79%. Det er likevel flere i passivhusene som mener energibesparelsene er *høyere* enn forventet, samtidig som det også er flere i passivhusene som mener energibesparelsene er *lavere* enn forventet.

I forhold til luftkvalitet er en større andel av forventningene innfridd hos beboerne i passivhusene herunder 84,5% mot 76,6% for alternativene "som forventet" eller bedre. 93% av beboerne i passivhusene opplyser at de opplever dagslyset som forventet eller bedre i forhold til forventningene. For TEK10/07-boligene er andelen 78,1%.

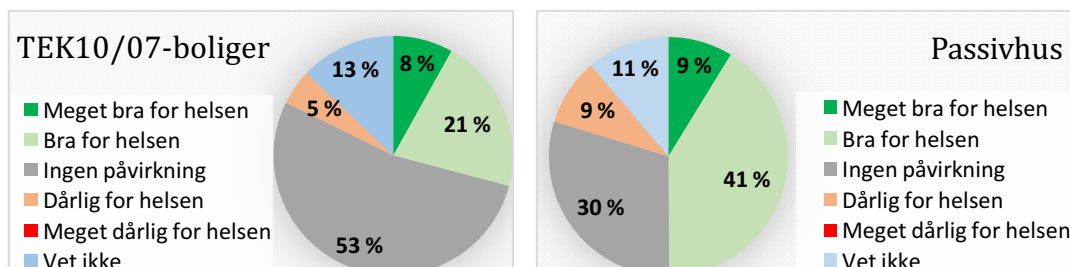
Når det gjelder romtemperatur om sommeren viser figur 30 nedenfor at 56% i TEK10/07-boligene opplyser at dette enten er "som forventet" eller bedre. For passivhusene er andelen 66,5%. For vinteren er de nærmest identiske med 86,5% på Grilstad Park og 86% for passivhusene. Y-aksen viser prosenter.



Figur 30: Grad av oppfyllelse av forventninger til boligen

Resultatene viser altså at beboerne i passivhusene er mer tilfredse en beboerne i TEK10/07-boligene med alle de nevnte forholdene foruten om energibesparelse.

I figur 31 nedenfor er det sammenlignet hva beboerne i de ulike boligtypene mener i forhold til hvordan de opplever at helsen påvirkes av inneklimaet i boligen.

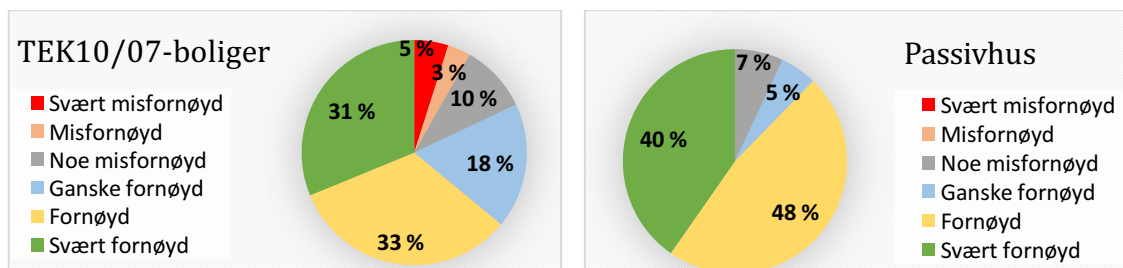


Figur 31: Grad av opplevelse av inneklimaets påvirkning på helsen

En stor andel av beboerne i begge boligtypene mener at inneklimaet i boligen ikke har noen påvirkning på helsen. Samtidig ser vi at 50% av beboerne i passivhus mener inneklimaet er "bra" eller "meget bra" for helsen. I TEK10/07-boligene er prosentandelen kun 29%. Et annet viktig funn er at nesten dobbelt så mange i passivhusene mener at inneklimaet er "dårlig for helsen", herunder 9% mot 5%. Det vil si at nesten 1 av 10 av beboerne i passivhusene på Miljøbyen Granåsen mener inneklimaet i boligen er *dårlig* for helsen. Dette gir grunn til å se nærmere på om det også er andre forhold som det er knyttet misnøye til.

Figurene 32 til 37 nedenfor viser resultatet av sammenligningen av beboernes opplevelser med tanke på 6 ulike forhold etter de har bodd i boligen over *lengre* tid, herunder fra 1-2 år og oppover. Resultatene viser at beboerne i passivhusene er gjennomgående *bedre* fornøyd med alle de nevnte forholdene. Spesielt gjelder dette lydisolering mot uteområder som gir den tydeligste forskjellen i tilfredshet.

### Lydisolering mot uteområder

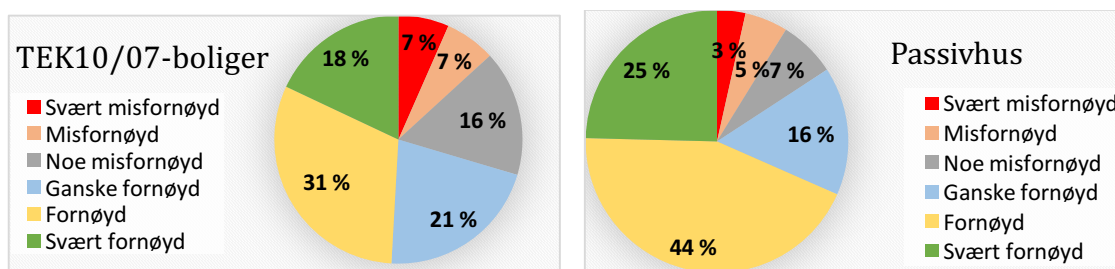


Figur 32: Fornøydhet med lydisolering mot uteområder

Diagrammet viser at 88% av beboerne i passivhus er "fornøyde" eller "svært fornøyde" med lydisolering mot uteområder, mot bare 64% for beboerne på

Grilstad Park. En forskjell på 24 prosentpoeng.

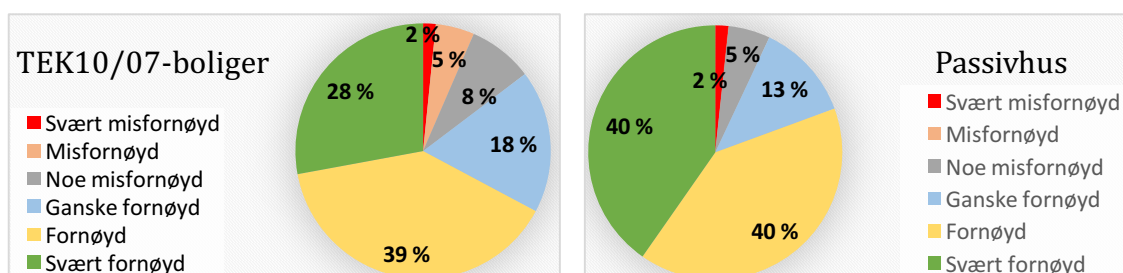
Utsyn via vinduer



Figur 33: Fornøydhet med utsyn via vinduer

Faktoren "utsyn via vinduer" viser en høyere tilfredshet i passivhus. Totalt 69% mot 49% for alternativene "fornøyd" eller "svært fornøyd". En forskjell på 20 prosentpoeng.

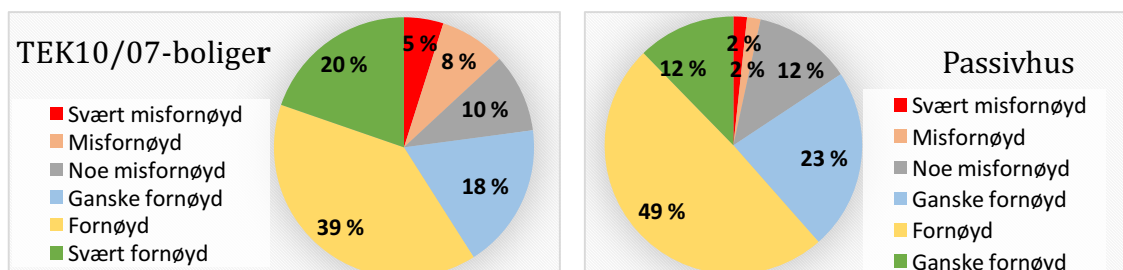
Luftkvalitet i forhold til lukter, støv, pollen etc.



Figur 34: Fornøydhet med luftkvaliteten i boligen

Beboerne ser også ut til å være mer fornøyd med luftkvaliteten i passivhusene. Sammenlignet med TEK10/07-boligene er andelen som er "fornøyd" og "svært fornøyd" 80% mot 67%. En forskjell på 13 prosentpoeng.

Planløsning og arkitektonisk utforming

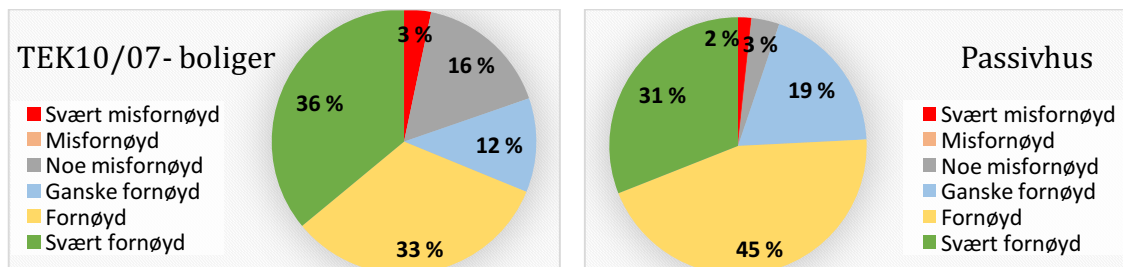


Figur 35: Fornøydhet med planløsning og arkitektonisk utforming

For planløsning og arkitektoniske utforming skiller kun 2 prosentpoeng i grad av fornøydhet for kategoriene "fornøyd" og "svært fornøyd". Dette er naturlig da den

arkitektoniske utformingen mellom passivhusene i Miljøbyen Granåsen og TEK10/07-boligene på Grilstad Park er svært lik.

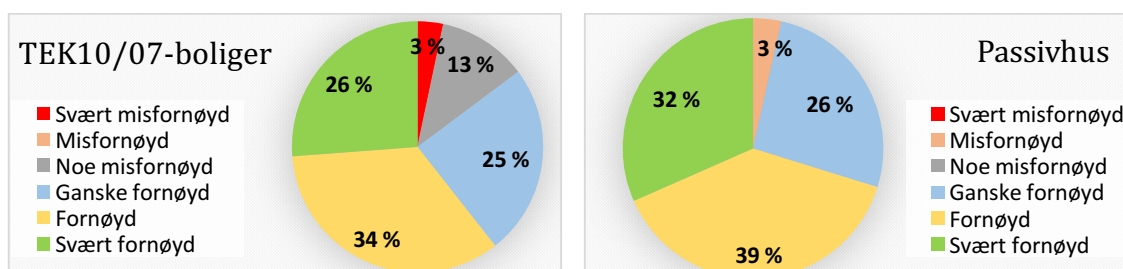
### Dagslys i boligen



Figur 36: Fornøydhet med dagslys i boligen

Passivhusene kommer også bedre ut under dette forholdet. De fleste er ”fornøyd” og ”svært fornøyd”. 7 prosentpoeng flere er under disse kategoriene på passivhusene. 19% har en grad av misnøye i TEK10/07-boligene, men kun 5% i passivhusene.

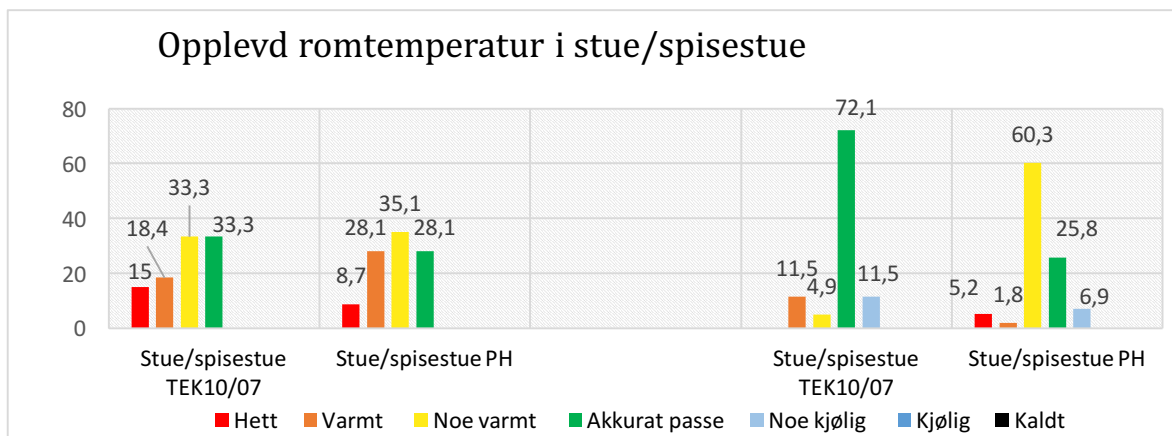
### Temperaturforhold i boligen



Figur 37: Fornøydhet med temperaturforhold i boligen

Temperaturforhold i boligen gir også høyere tilfredshet i passivhusene. Passivhusene har 11 prosentpoeng mer under alternativene ”fornøyd” og ”svært fornøyd”.

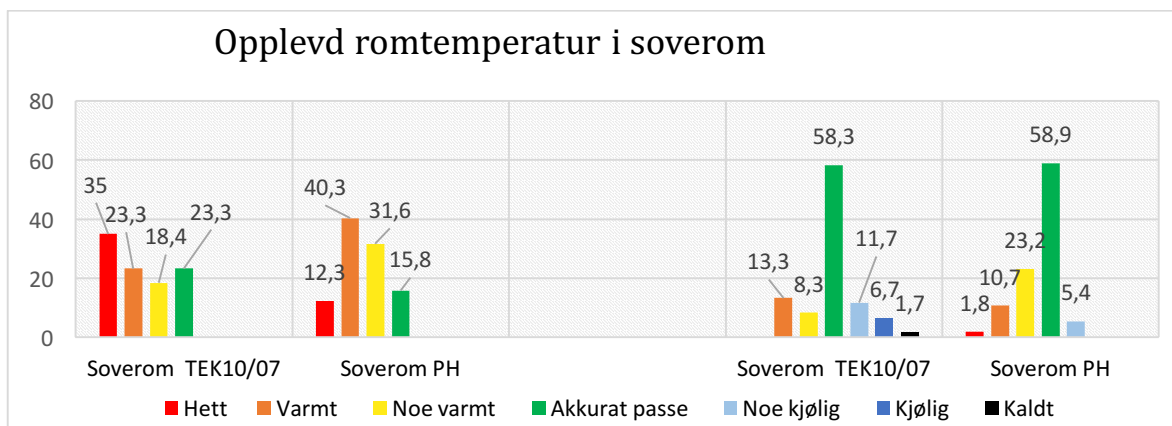
Spørreundersøkelsen ga også materiale til å sammenligne opplevd romtemperatur i de ulike boligtypene både sommer og vinter. I denne rapporten er det sammenlignet stue/spisestue og soverom. I figur 38 nedenfor representerer søylene til venstre sommer og søylene til høyre vinter. Y-aksen viser prosentandeler.



Figur 38: Opplevd romtemperatur stue/spisestue i passivhus og TEK10/07-boliger sommer og vinter

Det som tydeligst fremkommer av resultatet og diagrammet er søylene til høyre som viser at en betydelig høyere andel opplever stuen/spisestuen som "noe varmt", "varmt" eller "hett" i passivhusene om vinteren enn i boligene bygget etter TEK10/07. Herunder 67,3% i passivhusene mot bare 16,4% på Grilstad Park. I søylene til venstre (om sommeren) ser vi at begge boligtypene er relativt like på tilfredshet med romtemperatur på stue/spisestuen og at de fleste beboerne i begge boligtypene opplever stuen/spisestuen som "noe varmt", "varmt" eller "hett".

I figur nedenfor representerer søylene til venstre sommer og søylene til høyre vinter. Y-aksen viser prosentandeler.

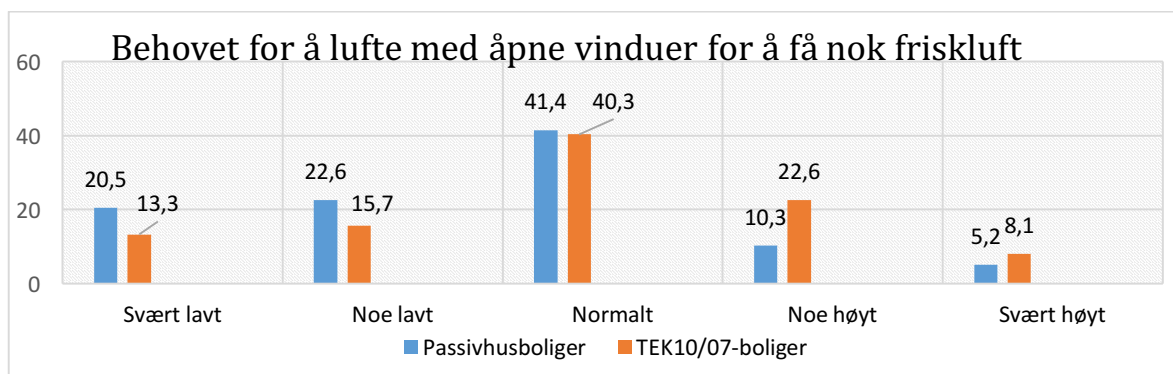


Figur 39: Opplevd romtemperatur i soverom i passivhus og TEK10/07-boliger sommer og vinter

Totalt sett mener 84,2% i passivhusene at soverommet opplever som varmere enn "akkurat passe" om sommeren. For boligene på Grilstad Park er andelen 76,7%. Et nokså likt resultat. Likevel er det et oppsiktsvekkende funn at det er betydelig flere som klassifiserer romtemperaturen på soverommet om sommeren som "hett" på Grilstad Park enn i passivhusene. Herunder 35% mot bare 12,3% i passivhusene.

For vinteren er det like stor andel som synes den opplevde romtemperaturen på soverommet er "akkurat passe", herunder 58,9% i passivhusene og 58,3% på Grilstad Park. Samtidig viser diagrammet at 20,1% opplever romtemperaturen som kaldere enn "akkurat passe" på Grilstad Park, mot kun 5,4% i passivhusene. Dette trolig som en naturlig årsak av at isolasjonsmengden er bedre i passivhus. På en annen side viser diagrammet at en høyere andel i passivhusene mener at den opplevde romtemperaturen om vinteren er varmere enn "akkurat passe", herunder 35,7% mot 21,6%.

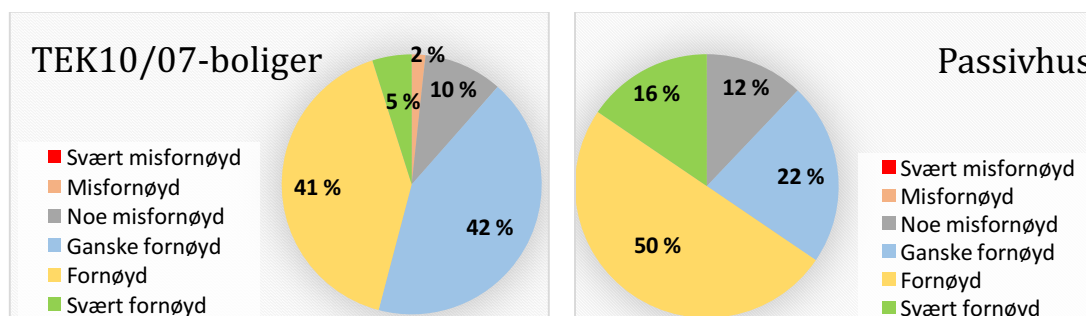
I figur 40 nedenfor fremkommer hvor stor prosentvis andel av respondentene som opplever behov for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft i boligen.



Figur 40: Grad av behov for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft

Vi ser av figuren at ca. 40% av begge boligtypene opplever behovet for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft som "normalt". Det er likevel flere av boligene bygd etter TEK10/07 enn passivhusene som synes behovet er "noe høyt" eller "svært høyt", herunder 30,7% mot 15,5%. Altså dobbelt så mange. Samtidig opplever 43,1% i passivhusene og 29% på Grilstad Park at behovet er "noe lavt" til "svært lavt".

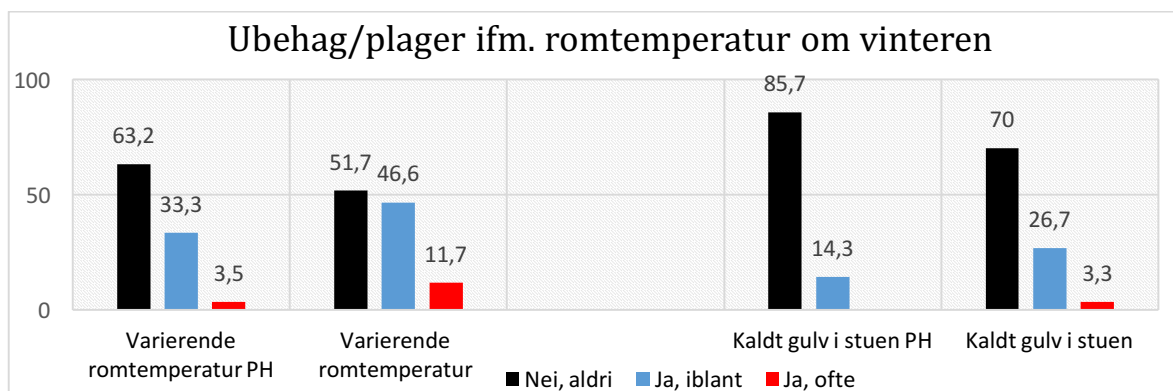
Videre vil det være interessant å se på forskjellene i fornøydhet med effekten på varmesystemet i boligene. Figur 41 nedenfor fremstiller resultatene som kom frem av spørreundersøkelsen.



Figur 41: Grad av fornøydhet med effekten på varmesystemet

88% i begge boligtypene svarer at de er "ganske fornøyd", "fornøyd" eller "svært fornøyd", samtidig som da 12% i begge boligtypene er "noe misfornøyd" eller "misfornøyd". Det er likevel stor forskjell på de som er "fornøyd" og "svært fornøyd" mellom de to ulike boligtypene. 66% i passivhusene mot bare 46% i TEK10/07-boligene.

Det er også interessant å se på hvilken av boligtypene som opplever mest eller minst av ulike ubehag/plager med romtemperaturen om vinteren. Resultatet fra spørreundersøkelsen fremstilles i figurene 42 og 43 nedenfor med prosentandel på y-aksen. PH står for passivhus og de andre søylene representerer TEK10/07-boligene.

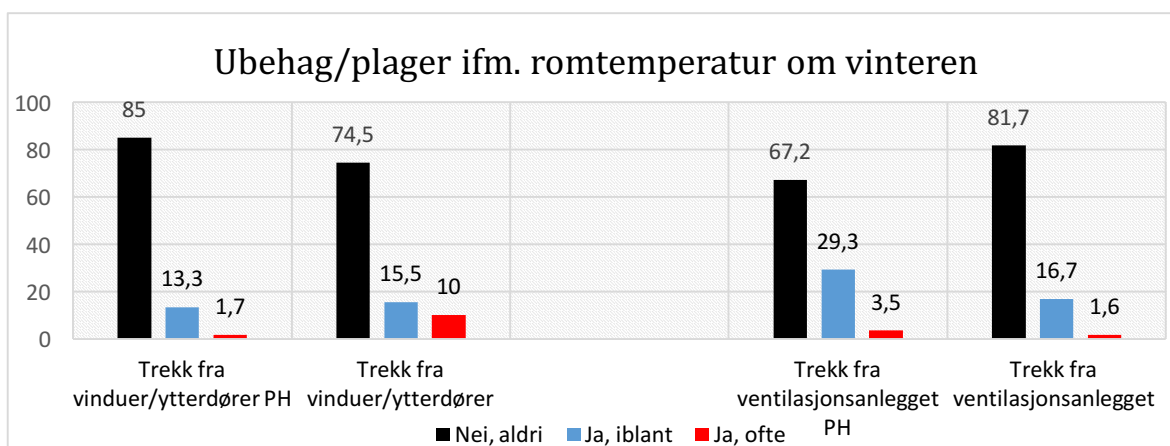


Figur 42: Opplevde ubehag/plager ifm romtemperatur om vinteren

I forbindelse med varierende romtemperatur og kaldt gulv i stuen er det helt klart boligene bygget etter TEK10/07 som opplever mest av dette i følge figur 42 og undersøkelsen. Hele 85,7% av beboerne i passivhus sier de aldri har opplevd kaldt gulv i stuen. I forbindelse med varierende romtemperatur opplever 11,7% i TEK10/07 dette ofte, men kun 3,5% i passivhusene.

Det ble også spurt om ubehag/plager i forbindelse med trekk fra vinduer/ytterdører og trekk fra ventilasjonsanlegget. Figur 43 nedenfor viser resultatet fra spørreundersøkelsen

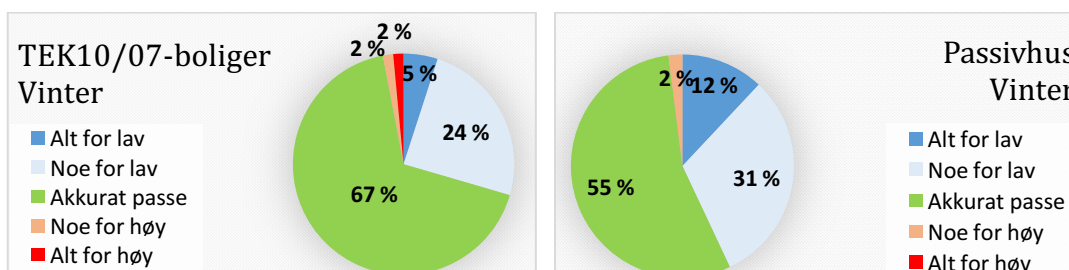




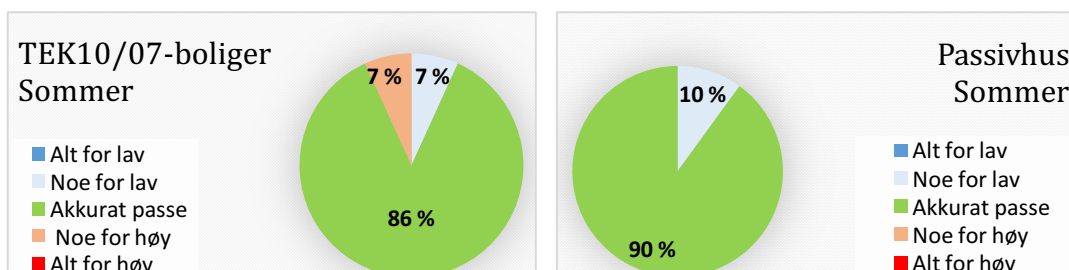
Figur 43: Opplevde ubehag/plager i forbindelse med romtemperatur om vinteren

Når det gjelder trekk fra vinduer/ytterdører har også her 85% av beboerne i passivhusene aldri opplevd dette. 10% av beboerne i Grilstad Park opplever dette ofte, mot kun 1,7% i passivhusene. I forbindelse med trekk fra ventilasjonsanlegget er situasjonen snudd. Her er det respondentene fra passivhusene som opplever dette oftest. Faktisk nesten dobbelt så mange i passivhusene i forhold til Grilstad Park sier de opplever trekk fra ventilasjonsanlegget i blant, herunder 29,3% mot 16,7%.

Videre sammenlignes opplevd luftfuktighet både sommer og vinter i de to ulike boligtypene. Resultatet er fremstilt i figurene 44 og 45 nedenfor.



Figur 44: Opplevd luftfuktighet vinter



Figur 45: Opplevd luftfuktighet sommer

Som diagrammene viser er de fleste i både passivhusene og TEK10/07-boligene fornøyde med luftfuktigheten i boligen både sommer og vinter. Det er imidlertid en nokså høy andel på vinteren vi finner som er misfornøyde. Her kommer

passivhusene dårligst ut, hvorav 43% av beboerne mener luftfuktigheten er lavere enn hva de er tilfredse med. På Grilstad Park er denne prosentandelen 29%. På sommeren er ca. 9 av 10 fornøyde med luftfuktigheten i boligen i begge boligtypene.

## 5 Diskusjon av resultater

I dette kapittelet blir resultatene fra spørreundersøkelsen diskutert og vurdert opp i mot de funnene som er avdekket i litteraturen. Kapitlet avsluttes så med refleksjoner jeg har gjort meg underveis i studien.

### 5.1 Innledning

Diskusjonskapittelet er bygd opp ved at funn og resultater som har fremkommet i undersøkelsen, er brukt som grunnlag for drøfting opp mot funn i litteraturstudien og tilgjengelig kunnskap om problemstillingen. Videre har jeg drøftet resultatene opp i mot forskningsspørsmålene og forsøker å besvare oppgavens problemstilling.

Problemstillingen og forskningsspørsmålene er benyttet som en klar linje gjennom hele kapittelet, hvor hvert forskningsspørsmål forsøkes å bli besvart. Problemstillingen var som følge:

*”Er opplevd termisk komfort og tilfredsheten med inneklime i passivhus god?  
”Er opplevelsene i passivhus spesielt knyttet til passivhus eller er de like aktuelle for nye boliger generelt?”*

Diskusjonen i dette kapittelet er inndelt i to hoveddeler:

- Diskusjon rundt termisk komfort og tilfredshet med inneklime i passivhus, herunder første del av problemstillingen.
- Diskusjon rundt forskjellene og ulikhetene i tilfredshet med passivhus og TEK10/07-boliger, herunder andre del av problemstillingen.

Alle spørreundersøkelsens spørsmål er diskutert, noe som gjør det mulig å gå i dybden samt å bringe viktige nyanser til den endelige konklusjonen.

Den opplevde termiske komforten er en viktig del av tilfredshet med boligen. I innledningen i den norske standarden NS-EN15251:2007 fremkommer det at inneklime har innflytelse på helse, produktivitet og komfort for beboere i boliger. (Norsk Standard, 2007). I den amerikanske ASHRAE standarden 55-2004 står følgende: ”tilstanden i sinnet som opplever tilfredshet med det termiske miljøet” (ASHRAE, 2004). En slik beskrivelse tydeliggjør hvor individuell opplevelsen av termisk komfort kan være. Det er derfor viktig å bemerke at subjektive meninger kan variere stort og gi et bredt utvalg av svar i en spørreundersøkelse. Konklusjoner bør derfor gjøres i resultater hvor man ser tydelige funn og bemerkelser.

## 5.2 Diskusjon av resultater fra passivhusboliger

Flere tidligere studier av beboeres tilfredshet med passivhusboliger viser at en stor del av beboerne er fornøyde med boligen sin. Det har likevel vært negative opplevelser i flere prosjekter som går på termisk komfort (Thomsen et al., 2011). Selv om de fleste også i spørreundersøkelsen utsendt i denne masteroppgaven er fornøyde, fremkommer det også en del negative opplevelser blant disse respondentene.

Målet med spørreundersøkelsen og oppgaven generelt er å finne svar på forskningsspørsmålene angitt i kapittel 1. De to første forskningsspørsmålene er hovedsakelig knyttet til tilfredshet i passivhusboliger. Under dette delkapittelet velger jeg derfor å gå i dybden på de to første forskningsspørsmålene.

### *1. Hvordan opplever beboerne i passivhus inneklima, luftkvalitet, romtemperatur og teknisk utforming?*

Som resultatet i spørreundersøkelsen viste er hele 90,8 "ganske fornøyd", "fornøyd" eller "svært fornøyd" med inneklimaet i boligen generelt. Dette viser at på overflaten er de fleste fornøyde. Noen av respondenten fra spørreundersøkelsen svarte for eksempel:

*"Veldig bra inneklima"  
" Fantastisk inneklima"*

*"Godt inneklima for familiemedlem med astma"  
"Jevn temperatur i huset og god luftkvalitet!"*

Som vist i tidligere undersøkelser, vil man likevel dersom man begynner å grave litt dypere, finne forhold som beboere er tydelige misfornøyde med. Dette gjelder også for resultatene i spørreundersøkelsen gjennomført i denne masteroppgaven.

I artikkelen nevnt i teoridelen uttrykket overlege Bakke bekymring knyttet til at passivhus kan medføre dårlig innemiljø som igjen kan føre til ulike helseplager (Sjøberg, 2011). Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at 9%, (figur 14), altså nesten 1 av 10 mener at inneklimaet i passivhuset er dårlig for helsen. Dette tyder på at det er tilfeller hvor beboerne opplever inneklimaet som plagsomt. Det er derfor interessant å se på om for eksempel luftkvalitet, romtemperatur og luftfuktighet er faktorer som kan være årsaker til dette.

Som nevnt under kapittel 4 om resultater viste funnene at flestparten av respondentene mente de nevnte forholdene i boligen var som forventet eller bedre. Når det kommer til luftkvalitet opplyste av 85,7% at luftkvaliteten var som forventet eller bedre. Samtidig har likevel 44,8% av respondentene opplyst at de har noe misnøye med luftkvaliteten i boligen, og det er altså utfordringen med at det er små muligheter til å påvirke ventilasjonen som ser ut til å være den største årsaken til misnøyen. Eksempel på svar fra respondentene er:

”Det skulle vært mulig med forskjellig temperatur i forskjellig rom”

”Soverom må ha individuell temperaturstyring på inneluften for at det skal oppleves som godt inneklima”.

Nettopp denne utfordringen har vært mye omdiskutert og på bakgrunn av denne spørreundersøkelsen ser vi at grad av påvirkning på ventilasjonsanlegget har mye å si for opplevd tilfredshet med inneklimate.

I forbindelse med opplevd romtemperatur opplyste 87% at romtemperaturen om vinteren er som forventet eller bedre. Dette er en høy andel som skulle gitt nok grunnlag for å konkludere med at den opplevde romtemperaturen i passivhus om vinteren er svært tilfredsstillende. Sett på en annen side opplyste 40% og 7% at de opplever varierende romtemperatur om vinteren henholdsvis ”i blant” og ”ofte”. Dette er en relativ høy andel og står også i tråd med opplevelsene fra de 39 passivhusene i Linköping i Sverige hvor beboerne der også hadde samme problem. (Rohdin et al., 2014). I studien av Isaksson og Karlsson (2006) opplevde også mange beboere kalde gulv på bakkeplan om vinteren. Årsaken til dette er vanskelig å si noe om. Det er likevel sannsynlig å anta at luftbevegelsen fra kald luft som synker ned og varm luft fra radiator som stiger opp, kan være årsak til konveksjon og trekkopplevelse.

Det kan samtidig være interessant å se på hvorvidt effekten av at oppvarmingsluften kommer fra ventilasjonsanlegget oppunder taket har noe å si for opplevelsen av kalde gulv. Det kan derfor diskuteres hvorvidt det er mer fordelaktig om ventilene burde vært plassert nærmere gulvet, da varm luft som kjent stiger.

I alle fall på konvensjonelle boliger er det kjøligere ved vinduer. Med vindusflater ned til gulvnivå kan også det gjøre at gulv oppleves kalde. Kalde gulv er likevel ikke noe som oppleves nevneverdig i passivhusene i spørreundersøkelsen. Dette kan ha en sammenheng med at hverken passivhusene i Miljøbyen Granåsen, Rudshagen og Stenbråtli har store andeler av vindusflater på gulvnivå. (Se vedlegg 4 ). Hauge et al. (2013) mener at kalde gulvoverflater kan være en årsak til at romtemperaturen oppleves kaldere enn hva den egentlig er.

55% av respondentene i spørreundersøkelsen opplyser at de opplever luftfuktigheten som for lav om vinteren i passivhusene.

”Det meste er bra, bortsett fra veldig tørr luft om vinteren”

”Plages en del av for lav luftfuktighet om vinteren”

Tørr luft er et kjent problem i boliger (Thomsen et al., 2011), og flere av utvalget i undersøkelsen av passivhusboligene på Rossåsen ved Sandnes (Thomsen et al., 2014), opplevde også luften som for tørr om vinteren. En mulig forklaring på dette

kan være at det skyldes høye luftmengder kombinert med høy inne-temperatur. På grunn av den høye isolasjonsmengden kan passivhus holde godt på varmen og oppnå høy inne-temperatur. Det ideelle vil trolig være å redusere luftmengden på de kaldeste og tørreste dagene, og gjerne også inne-temperatur. Redusering av inne-temperatur er likevel ikke alltid like ønskelig da beboere som regel ønsker høy inne-temperatur. Det vil likevel være en måte å forhindre kombinasjonen av høy inne-temperatur og høye luftmengder, som igjen kan gi opplevelse av for tørr luft. For lav luftfuktighet kan med bakgrunn i resultatet fra spørreundersøkelsen være en av årsakene til at 9% av respondentene opplever inne-klimaet som dårlig for helsen.

Selv om 87% er fornøyde med romtemperaturen om vinteren er det altså en betydelig andel som opplever at luftfuktigheten er for lav og at det til tider er varierende romtemperatur. Jeg vil derfor være forsiktig med å konkludere med at luftkvalitet i passivhus om vinteren oppleves som meget tilfredsstillende på alle punkter.

Når det kommer til sommerhalvåret opplyste derimot 87% at luftfuktighet i boligen om sommeren er "akkurat passe". Luftfuktigheten oppleves altså betydelig bedre om sommeren enn om vinteren. Dette er samtidig helt naturlig og skyldes at luftfuktigheten om sommeren er høyere fordi lufta ikke varmes opp.

Opplevelse av romtemperatur om sommeren kommer likevel dårlige ut enn om vinteren. Fra figur 11 så vi at kun 50 av 83 (60,2%) opplyste at romtemperaturen om sommeren er som forventet eller bedre. I følge overlege Bakke mener han at måten passivhus er bygget på kan medføre blant annet at passivhusene blir for varme (Sjøberg, 2011). Dette bekreftes også i masteroppgavens spørreundersøkelse da vi så i figur 16 at 65 av 85 (76,4%) opplever romtemperaturen også i stue/spisestue som varmere enn akkurat passe om sommeren. Soverommet er likevel det rommet i boligen som helt klart utmerker seg å være knyttet mest negativitet til i forhold til opplevd romtemperatur, luftkvalitet og oppvarmingsløsning. For soverommet har 71 av 85 (83,5%) opplyst i forskjellig grad at de mener rommet er varmere enn akkurat passe.

**"Savner mulighet til å kjøle ned soverom via ventilasjonsanlegget!"**

**"Soverommene er til tider uutholdelig varme på de varmeste dagene om sommeren!"**

**"Alt for varmt på soverom fra april til oktober!"**

Et slikt resultat må sies og være som forventet, da det tidligere har vært flere påstander om at passivhus oppleves som for varme om sommeren. Målinger foretatt i studien gjort i de 9 passivhusboligene på Rossåsen ved Sandnes, (Thomsen et al., 2014) viste for eksempel at det ble målt temperaturer på over 26 grader i boligen i et varierende antall timer per per år. Et annet eksempel er

beboerne i en annen brukerundersøkelse i et passivhuskompleks i Stjørdal bestående av 56 boenheter, hvor de fleste beboerne opplyste at boligen ble for varm på de varmeste dagene om sommeren (Hauge et al., 2013). Masteroppgavens spørreundersøkelse bekrefter altså de tidligere påstandene og opplevelsene som passivhus har hatt angående disse forholdene. Dette vil naturlig nok kunne oppleves som overoppheting for beboere.

Det som er viktig å bemerke er hvordan man kan unngå for høye innnetemperaturer i passivhus. Tiltak for å kunne unngå dette vil være å:

**Forhindre varmetilførsel til rom:**

Dette handler om å ha tilstrekkelig utvendig solskjerming på solutsatte vinduer, utnytte dagslys, unngå store ansamlinger av glassareal, samt bruke energieffektivt utstyr (Lavenergiprogrammet, 2015). Solskjerming kan også være for eksempel balkonger og andre utstikkende bygningsdeler over vinduspartier eller trær med løv som skaper skygge. Samtidig som man skal unngå store ansamlinger av glassareal, bør man likevel vurdere hvilke tiltak som minst mulig går på bekostning av dagslystilgangen.

**Planlegge for å fjerne varmeoverskudd:**

Dette kan gjøres ved tilstrekkelig vinduslufting, passiv kjølig med nattventilasjon eller aktiv bruk av mekanisk ventilasjon (Lavenergiprogrammet, 2015). Nattventilasjon innebærer å kunne fjerne den lagrede varmen med ventilasjon om natten, med altså høy andel av luftskifter per time.

**Sørge for tilstrekkelig varmelagring:**

Dette gjøres ved å bruke eksponert termisk masse. En kombinasjon av solavskjerming, nattventilasjon, lufting gjennom vinduer og termisk masse vil ha stor effekt på innnetemperaturen i et passivhus (Lavenergiprogrammet, 2015).

Når det gjelder soverommene vil dette også ha betydning for risikoen for overoppheting. I både Miljøbyen Granåsen, Rudshagen og Stenbråtlia er soverommene vendt i forskjellige retninger. Noen av soverommene er derfor mer utsatt for sol enn andre. Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at de fleste beboerne har innvendig solavskjerming, men at det er færre som har *utvendig* form for solavskjerming. Bruk av utvendig solskjerming på solutsatte vinduer er nødvendig for å unngå overoppheting av rom (Lavenergiprogrammet, 2015). Dette vil trolig kunne løse noe av problemet.

Konstruksjonene i passivhus, som er lufttette og godt isolert mot varmetap vil som en følge av dette også isolere godt mot støy (Holøs et al., 2013). Spørreundersøkelsen bekreftet dette, hvor figur 12 viste at 81 av 85 (95,3%) av respondentene svarte at de var "ganske fornøyd", "fornøyd" eller "svært fornøyd"



med lydisoleringen mot uteområder. Lydisoleringen må derfor sies å være meget godt tilfredsstilt i passivhus.

Lydisolering mot uteområder er sagt å være en av de aller største fordelene med passivhuskonseptet. I følge spørreundersøkelsen er lydisolering mot uteområder en av de faktorene som scorer høyst på tilfredshet. Med en så stor prosentandel som er fornøyd med lydisoleringen kan man i aller høyeste grad si at passivhus isolerer meget godt mot støy fra uteområder. Dette kan forklares med høy lufttetthet i ytterkonstruksjonene.

En høy grad av lydisolering mot uteområder gir ikke nødvendigvis bare fordeler. Som nevnt i teoridelen kan en slik støyreduksjon medføre at støy fra innendørs kilder som tekniske anlegg og naboer blir mer merkbare (Holøs et al., 2013). Fra figur 10 så vi at 31 av 83 (37,3%) i spørreundersøkelsen opplyste at de er misfornøyd med lydnivået fra ventilasjonsanlegget under normal drift, hvilket er en betydelig andel. Det vil derfor være naturlig å tenke at den gode lydisoleringen kan være en årsak til dette, i henhold til Holøs et al., (2013). Det vil derfor være hensiktsmessig for fremtiden å gjøre nærmere undersøkelser vedrørende dette. Samtidig kan dette også sees i sammenheng med bedre informasjon fra utbygger om boligens krav og håndtering, da for eksempel oftere utskifting av filter i ventilasjonsanlegget kan ha en positiv effekt på støynivået (Hauge et al., 2013). Det er samtidig verdt å bemerke at den svenske passivhusstandarden inneholder egne krav til støy fra ventilasjonsanlegget. Dette kunne trolig også vært hensiktsmessig å få inn i den norske passivhusstandarden.

I passivhus er gjerne vinduene høyisolerende trelagsvinduer. I kombinasjon med tykke yttervegger kan dette resultere i mindre lysinnslipp. I tillegg er passivhusvinduer mer utsatt for lengre perioder med utvendig kondens da de er svært godt isolert. Dette kan igjen føre til redusert utsyn (Holøs et al., 2014). Masteroppgavens spørreundersøkelse viste derimot at ca. 95% av beboerne er "ganske fornøyd", "fornøyd" eller "svært fornøyd" med dagslys i boligen. Kritikken mot at den arkitektoniske utformingen av passivhus gjør at man oppnår mindre vindusareal og derav mindre lysinnslipp, kan derfor ikke sies å være helt fortjent, da nesten alle beboerne i masteroppgavens spørreundersøkelse *ikke* opplever dette som et problem.

Som nevnt ser det ut til at de fleste er fornøyd med vindusareal og lysinnslipp, men også andre arkitektoniske forhold som blant annet planløsning, utvendig utforming, materialvalg, fasade og konstruksjon er viktige faktorer. På grunn av passivhusstandard (som skal tilrettelegge for et bedre innemiljø) har disse boligene ofte et litt spesielt utseende. Det er samtidig naturlig å anta at arkitektur og estetikk er viktige faktorer i valg av hus (Thomsen, 2008). I følge Hauge et al.

(2013) etterlyses det informasjon om hvorvidt det arkitektoniske uttrykket i lavenergiboliger faller i smak hos beboerne. Fra spørreundersøkelsen kunne vi se i figur at hele 85,9% opplyser at de er "ganske fornøyd", "fornøyd" eller "svært fornøyd" med arkitektonisk utforming og planløsning.

"Praktisk hus med god planløsning" "Praktiske og brede vinduskarmer!"  
"Gode tekniske løsninger" "Kjekt med firkanta hus mht. utvendig vedlikehold"

Ut i fra et slikt resultat ser det ut til at passivhusboligers arkitektur og estetikk ikke skaper noe nevneverdig misnøye blant beboerne.

I brukerundersøkelsen av lavenergiboliger i Danmark utført av den danske statens byggeforskningsinstitutt i 2014, var det kun 7% som *ikke* opplevde mindre energiforbruk enn forventet. (Knudsen og Kragh, 2014). Blant respondentene i min undersøkelse så vi av figur 11 at 21 av 84 (25%) opplevde energibesparelsene som "under forventet". 1 av 4 må sies å være et forholdsvis høyt antall da lavt energiforbruk er en av hovedelementene med den tekniske utformingen av passivhus. Diskusjonen kan for eksempel dreie seg om hvorvidt energibesparelsene er lave eller hvorvidt forventningene til energibesparelsene er for høye. Resultatet behøver altså ikke nødvendigvis å si at 25% av beboerne mener at energibesparelsene er lave. Dette kan også handle om forventninger. I flere tidligere undersøkelser vises det til at beboere i passivhus har høye forventninger til konseptet, for eksempel i EBLE-prosjektet (Thomsen et al., 2014). Høye forventninger gjør det vanskeligere å tilfredsstill dem, men forteller ikke av den grunn at energibesparelsene er lave.

Som spørreundersøkelsen viser ser de fleste respondentene ut til å være fornøyde med aspektene inneklimate, luftkvalitet, romtemperaturer og teknisk utforming. Det er likevel en god del faktorer som det oppleves misnøye med knyttet til romtemperaturer og luftkvalitet. Tørr luft i boligen om vinteren og for høy temperatur spesielt på soverom om sommeren er gjennomgående utfordringer. Høy inneklimateperatur, mangel på separat ventilasjon (spesielt på soverom), store luftmengder, høy isolasjonsmengde, mangel på solavskjerming og liten grad av påvirkning på tilluften er trolig de mest utbredte utfordringene. Dersom det tekniske rundt dette kunne blitt forbedret ville trolig tilfredsheten og opplevelsen av inneklimate vært enda bedre. Samtidig viser flere tidligere studier at beboere i passivhus har høye forventninger til passivhus (Thomsen et al., 2013). Disse forventningene er igjen hovedsakelig skapt gjennom media og informasjon gitt av utbyggere og selgere. Høye forventninger skaper dermed høye krav som igjen trolig vil føre til at det fort kan oppstå misnøye.

## 2. Er beboerne i passivhus fornøyde med ventilasjonsanlegget og oppvarmingsløsningen?

En viktig faktor for å være tilfreds med inneklimaet i passivhuset må være å ha kunnskap om hvordan det tekniske systemet fungerer, herunder ventilasjonsanlegget (Brager og deDear, 1998). Konserndirektøren i AF Gruppen var også skeptisk til om brukerne i passivhusene hadde kunnskap om de tekniske anleggene i boligen (Seehusen 2012). Resultatet fra spørreundersøkelsen i denne masteroppgaven viste nemlig at hele 55,7% var misfornøyde med informasjonen og opplæringen og omtrent 29% var misfornøyde med brukervennlighet og kontrollpanel ved ventilasjonsanlegget.

### ”Vi savner opplæring i varme- og ventilasjonssystemet. Det blir å prøve seg frem”

Et lignende resultat forekom i en annen brukerundersøkelse i passivhus der brukerne klaget på mangel av informasjon og instruksjoner (Buber et al., 2007). Dette viser at det fremdeles er en del å hente når det gjelder bruk av de tekniske systemene, samt opplæring og instruksjoner rundt dette. Som Brager og deDear (1998) sier, vil det å ha kontroll over omgivelsene ha stor innvirkning på den opplevde tilfredsheten. I følge Hauge et al. (2013) er oppnådd personlig kontroll og tilstrekkelig informasjon om drift og bruk en avgjørende faktor for en generell positiv opplevelse av en bolig.

Ventilasjonsanlegget kan som sagt ha stor effekt på den opplevde tilfredsheten med inneklimaet i boligen. Ventilasjonsanlegget samt krav til høyt luftskifte i nye hus kan samtidig være en forsterkende faktor til at luften i boligen om vinteren oppleves som tørr og med lav relativ fuktighet (Thomsen et al., 2011).

Fra resultatene i spørreundersøkelsen ser det tilsynelatende ut til at en stor andel av respondentene er misfornøyde med ventilasjonsanlegget når det kommer til opplæring, samt brukervennlighet og kontrollpanel. Likevel viser resultatene at 83,3% av respondentene er enten ”ganske fornøyd”, ”fornøyd” eller ”svært fornøyd” med *effekten* på varmesystemet i boligen. Dette er en høy andel som skulle kunne tilsi at varmesystemet oppleves som å fungere optimalt med tanke på oppvarming av rommene.

### ”Det skal veldig lite varme til for at det blir en behagelig temperatur i huset”.

”Perfekt å komme hjem om vinteren og vite at det er godt og varmt uavhengig av vær-situasjon ute!”

Problemet ser ut til å ligge i at det er vanskelig å regulere varmesystemet til ønsket temperatur med tanke på at man vil ha forskjellige temperaturer i de ulike rommene. Dette kom frem av kommentarfeltene i spørreundersøkelsen. Flere av beboerne har savnet dette, og en manglende automatisering/regulering

(luftmengde mot kvalitet/CO<sub>2</sub>) ser ut til å være en stor årsak til misnøyen.

Når det er sagt så ser det ut til, ut i fra resultatene fra spørreundersøkelsen, at beboerne savner muligheten til å kjøle ned boligen. Dette gjelder selvsagt hovedsakelig på sommers tid. Ingen av passivhusprosjektene som masteroppgaven tar for seg har kjøleanlegg installert. Men i følge Lavenergiprogrammet er det andre faktorer som kan bidra til å forhindre varmetilførsel til rom. For eksempel å unngå store ansamlinger av glassareal (Lavenergiprogrammet, 2015). Mange mennesker har i de senere år ønsket seg boliger som innehar mye og store vindusflater og rikelig med utsyn og dagslys. Begrensning av glassareal i passivhus kan derfor høres lite populært ut, men fra figur 11 og 12 ser vi at spørreundersøkelsen viser at de fleste av beboere i passivhus ikke synes det er for dårlig utsyn og dagslys i boligen. Noen misfornøyde vil det alltid være i alle typer hus.

Effektiv solavskjerming og muligheter for å lufte er forutsetninger for å sikre godt termisk inn klima i passivhus. (Lavenergiprogrammet, 2015). Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at de fleste beboerne har innvendig solavskjerming, men at det er færre som har *utvendig* form for solavskjerming. Bruk av utvendig solskjerming på solutsatte vinduer er nødvendig for å unngå overoppheting av rom (Lavenergiprogrammet, 2015). Dersom dette hadde vært installert kunne det antakeligvis vært med på å gi en bedre opplevd termisk komfort i boligen.

Opplevd overoppheting i passivhus og spesielt på soverom og stue, kan også komme av at noen tror det ikke er optimalt å kunne åpne vinduer og dører for å lufte. Dette er en myte som bør avlives (Flexit, 2011). Alle typer hus skal kunne åpne vinduer for å gi ekstra utluftning og gjennomlufting. Passivhus holder som vi vet bedre på varmen som er i boligen enn konvensjonelle hus, men det er også sjelden konvensjonelle hus har kjøleanlegg. Konvensjonelle hus kjøler ikke ned boligen på annet hvis enn å lufte, noe som også kan gjøres i passivhus (Flexit, 2011).

I spørreundersøkelsen ble det derfor stilt spørsmål om hvorvidt beboerne i passivhusene opplevde et behov for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft. Dette svaret skiller seg litt ut i forhold til svarene på de andre spørsmålene som omhandler luftkvalitet. Figur 26 viste altså at 81,6% av beboerne opplever et normalt eller lavere behov for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft. Samtidig klager mange på mangel på mulighet til å kjøle ned boligen, og at rommene oppleves som for varme om sommeren.

Ut i fra oppgavens spørreundersøkelse er det soverommet som helt klart kommer dårligst ut med tanke på grad av fornøydhets med oppvarmingsløsningen. De aller fleste beboerne er fornøyde med oppvarmingsløsningen på stue/spisestue og bad.

På soverom opplyste altså 42,3% at de er enten "svært misfornøyd", "misfornøyd" eller "noe misfornøyd" med oppvarmingsløsningen. Ut i fra figur 20 kan man altså konkludere med at oppvarmingsløsningen på soverommet ikke er ideell da en høy andel av beboerne mener at ventilasjonsluften skulle vært kjøligere og at det er vanskelig å innregulere til ønsket temperatur. Dette er en kjent problemstilling som også har vist seg i tidligere studier. Overoppheting på soverom kan skyldes at det er mangel på separat ventilasjon og store soltilskudd. Basert på resultatene fra spørreundersøkelsen er det helt klart at det vil være fordelaktig for boopplevelsen at det burde vært anledning til å regulere ventilasjonssystemet på soverom uavhengig av øvrige deler av boligen.

Soverommet virker til å være et spesielt utsatt rom hva gjelder passivhus. Flere av beboerne har i tillegg til at de opplever romtemperaturen som for høy og at luftkvaliteten på soverommet er for dårlig, bemerket noe støy fra ventilasjonsanlegget på soverommet. Det at beboerne opplever støy fra ventilasjonsanlegget på soverommet vil samtidig være naturlig ettersom det er i dette rommet at man som regel er mest stille selv. På en annen side kunne, dersom dette er mulig, de tekniske anleggene med fordel vært utviklet på en slik måte at støynivået fra ventilasjonsanlegget er redusert i soverommet med tanke på at dette er et stille rom. Hvorvidt dette er gjennomførbart rent teknisk blir opp til ingeniører å avgjøre.

Som nevnt opplyste 83,3% at de er fornøyde med *effekten* på varmesystemet. Det er likevel vist i flere andre studier at beboere i passivhus opplever varierte romtemperaturer. Det gjelder også i denne studien hvor 47% av respondentene opplyste at de opplever dette "i blant". Det er også registrert opplevelser av kalde gulv på vinters tid. Dette gjelder ikke nevneverdig i spørreundersøkelsen i denne oppgaven, men blant annet i den svenske studien utarbeidet av Rohdin et al. (2014). En mulig årsak til dette kan som sagt være at varmluften kommer ut av ventiler i taket. Da varm luft som kjent stiger, skulle man tro at ventilene burde vært plassert på et lavere nivå. Dette bekreftes også av en av respondentene i oppgavens spørreundersøkelse som forteller:

**"Varmluften fra ventilasjonsanlegget fordeler seg ikke alltid optimalt, da det i blant virker varmere rundt hodet og kaldt rundt føttene"**

Forskningsspørsmålet lar seg ikke nødvendigvis besvare fult ut med bakgrunn i resultatene fra spørreundersøkelsen. Det er likevel grunnlag for å kunne anta at de fleste beboerne er fornøyde med ventilasjonsanlegget og varmesystemet på generell basis. Det kommer likevel tydelig frem av undersøkelsen at det knyttes en del misnøye til luftkvalitet og oppvarmingsløsning på soverom. Utfordringen ser ut til å ligge i bruk og forståelse av de tekniske systemene og hvordan dette skal brukes sammen med de daglige aktivitetene i boligen. Diverse aktiviteter som

matlaging og dusjing vil ha påvirkning på den termiske komforten (Rohdin et al., 2014). Beboeres adferd og aktivitet innendørs i lavenergibygninger kan dessuten stå for 51% og 37% av variasjonen i varme og elektrisk forbruk. (Gill et al., 2010).

### 5.3 Diskusjon av resultater fra sammenligningen av passivhusboliger og TEK10/07-boliger

I sammenligning av energieffektive bygninger og mer konvensjonelle bygninger er det viktig at ta høyde for sammensetningen av brukerne i byggene (Hauge et al., 2013). Dette som en følge av at sammensetning av alder, kjønn og antall barnefamilier vil ha betydning for tilfredshet og opplevelse av bygningen/boligen. Det er derfor positivt for denne sammenligningen at sammensetningen av beboere i Miljøbyen Granåsen og Grilstad Park er ganske så like.

I avhandlingen foretatt av Hauge et al., (2013), trekkes det ofte konklusjoner om at energieffektive bygninger oppleves bedre enn mer konvensjonelle bygninger. Som spørreundersøkelsen viste, foreligger det også en del frustrasjon og ergrelser blant beboerne i TEK10/07-boligene.

Et av de kanskje mest interessante funnene i masteroppgavens spørreundersøkelse er at resultatene viser at beboerne i passivhusboliger ikke er *signifikant* mer tilfreds med inn klimaet og boligen generelt enn beboerne i TEK10/07-boliger. Faktisk er beboerne i de to ulike boligtypene nokså like når det kommer til tilfredshet med inn klimaet og boligen. Det er likevel verdt å nevne at beboerne i passivhus er *noe* mer tilfredse og fornøyde med omtrent samtlige forhold som ble nevnt. Det kan derfor stilles spørsmålsteget til hvorvidt de negative påstandene om passivhus kun gjelder for denne type bolig.

Det tredje forskningsspørsmålet baserer seg altså på forskjell mellom passivhusboliger og TEK10/07-boliger. Forskningsspørsmålet knyttes opp mot utsagnene om utfordringene knyttet til overoppheting i passivhus om sommeren.

#### 3. "Opplevs overoppheting av boligen om sommeren som et større problem i en passivhusbolig enn i en bolig bygd etter TEK10/07?"

Figur 38 viste at det ikke er noe signifikant forskjell i opplevd romtemperatur på stue/spisestue om sommeren mellom passivhusboliger og TEK10/07-boliger. Det er likevel verdt å nevne at 15% i TEK10/07-boligene klassifiserer romtemperaturen som "hett" mot bare 8,7% i passivhusene. Dette resultatet er litt motstridene i forhold til andre studier, som for eksempel evalueringene av noen



passivhus og konvensjonelle hus i Sverige av Rohdin et al. (2014) som viste det motsatte resultatet.

Begge boligtypene har stuen/spisestuen vendt mot sør/vest. Begge boligtypene har høy andel med *innvendig* solavskjerming, men det er en betydelig andel på begge boligtypene som ikke har noen form for *utvendig* solavskjerming på de solutsatte vinduene. Boligtypene har likevel omtrent lik andel vindusareal i stuen og tilsvarende likt ventilasjonsanlegg (fjernvarme) med like muligheter for å styre luftmengder. Resultatene viser likevel at begge boligtypene har en nokså høy andel som opplever romtemperaturen som varmere enn "akkurat passe" i stuen/spisestuen om sommeren. Funnet gjør likevel at overoppheting på stue/spisestue i hvert fall ikke oppleves som et *større* problem i passivhusene, snarere tvert i mot i dette tilfellet.

Når det gjelder soverom har begge boligtypene også her svært høye andeler som opplever romtemperaturen som for varm om sommeren. Faktisk 84,2% og 76,7% på henholdsvis passivhus og TEK10/07. Dette i henhold til figur 39. Av disse prosentandelene karakteriserer likevel kun 12,3% i passivhusene mot 35% i TEK10/07-boligene romtemperaturen som "hett". Det ser derfor tilsynelatende ut til at beboerne i TEK10/07-boligene trolig er mer plaget enn passivhusene.

Selv med feilmarginene på 9,2% og 9,4% på henholdsvis passivhusene og TEK10/07-boligene, kan man med troverdighet kunne si at en høyere andel av TEK10/07-beboerne opplever soverommet som "hett". Det var samtidig en høyere andel i passivhusene som opplyste at romtemperaturen om sommeren var som forventet eller bedre i følge figur 30. Herunder 66,5% mot 56%. Sånn sett ser det i dette tilfellet ut til at overoppheting trolig oppleves noe sterkere i TEK10/07-boligene.

Disse resultatene er som nevnt motstridende i forhold til en del tidligere brukerundersøkelser. Den finske studien utviklet av Kähkönen et al., (2014) har derimot sammenfallende resultater hvor opplevd romtemperatur ble mer klaget på i de konvensjonelle husene enn i lavenergihusene.

Når det gjelder resultatene angående opplevd romtemperatur om sommeren (figur 39) kan resultatet diskuteres. På en annen side er 35% et signifikant høyere andel enn 12,3%. Likevel, Leaman og Bordass (2007) hevder at beboere har en høyere terskel i forhold til feil og mangler i lavenergihus. På den måten er det ikke sikkert forskjellen mellom dem er så stor som resultatet i spørreundersøkelsen viser.

Luftfuktigheten om sommeren (figur 45) var omtrent 90% fornøyde med i begge boligtypene. Dette er en betydelig høy andel som tilsier at luftfuktigheten er tilfredsstillende på sommers tid, og at det ikke er noen forskjell mellom



passivhusene og TEK10/07-boligene på det området. Dette resultatet er sammenfallende med undersøkelsen i Finland utført av Kähkönen et al. (2014) der luftfuktigheten heller ikke var signifikant forskjellig i passivhus og konvensjonelle hus.

Ser man på forskjellen i behovet for å lufte med åpne vinduer for å få nok friskluft er også de to ulike boligtypene nokså like her. Begge boligtypene har soverom vendt i forskjellige himmelretninger, og de aller fleste på begge boligtypene opplyser at de har en eller annen form for solskjerming på solutsatte vinduer. Ca. 40% på begge boligtypene opplevde et normalt behov (figur 40). Det var likevel passivhusene som kom best ut, som igjen kan være med på å svekke påstanden om at luftkvaliteten i passivhus er dårligere enn i mer konvensjonelle hus.

Studier viser at selv om passivhusene kommer bedre ut, er likevel ikke romtemperatur/luftkvalitet optimal på soverom i passivhus. For eksempel i EBLE-evalueringen av passivhusene på Rossåsen ved Sandnes (Thomsen et al., 2014) ble det opplyst at soveromsvinduet var åpent hele døgnet, året rundt. Dette som en følge av lite tilfredshet med at man ikke kunne regulere temperaturen på soverommet uavhengig av resten av huset (Thomsen et al., 2014).

Spørreundersøkelsen viser at vanskelig innregulering til ønsket temperatur, spesielt på soverom, samt utfordringer med overoppheting generelt i boligen på sommers tid, ikke er et mindre problem i TEK10/07-boligene. Eksempel på dette er sitatene fra to av respondenter i TEK10/07-boligene på Grilstad Park:

**"Soverom blir veldig varmt om sommeren"**      **"Det blir aldri under 21 grader på soverommene"**

Undersøkelsen viser i dette tilfellet at TEK10/07-boligene opplever akkurat de samme utfordringene når det gjelder romtemperatur, overoppheting og innregulering til ønsket temperatur. Ut i fra denne sammenligningen vil det være direkte feil å konkludere med at det er knyttet større utfordringer rundt dette i passivhus.

Det er likevel verd å bemerke at selv om passivhusene på dette området hadde en høyere tilfredshet enn TEK10/07-boligene, viser resultatene at en høy andel av beboerne i passivhusene ikke er fornøyde med romtemperatur og luftkvalitet om sommeren. Det bør derfor være mulig å konkludere med at både passivhus og boliger bygget etter nyere forskriftsmessige krav har en vei å gå når det gjelder å øke tilfredsheten med romtemperatur om sommeren, minimering av overoppheting og enklere regulering til ønsket temperatur. Dette beror antakeligvis like mye på kunnskap hos brukerne selv som utvikling av det rent tekniske og konstruksjonsmessige.

For å kunne besvare masteroppgavens problemstilling vil det være naturlig å også diskutere rundt forskningsspørsmålet nedenfor:

4. Er den opplevde luftkvaliteten, termisk komfort og tilfredshet med boligens utforming forskjellig for de ulike typene bolig?

Resultatet fra spørreundersøkelsen viste at en høyere andel av beboerne i passivhus var "fornøyd" eller "svært fornøyd" med inneklimaet i boligen generelt, herunder 81% mot 71%. Høyere tilfredshet med inneklimaet i passivhusene er også sammenfallende med resultatet i den finske studien av Kähkönen et al. (2014), hvor beboerne i passivhus opplevde inneklimaet som mer behagelig enn de gjorde i de konvensjonelle boligene. Likevel, i studien av Rodhin et al., (2014), ble det motsatte vist, hvor det var beboerne i passivhus som klagde oftere på varierende romtemperatur og kalde gulv. Det er likevel verdt å bemerke at passivhusene i studien til Rodhin et al., (2014), ikke var utstyrt med ekstern solskjerming og at det muligens vil ha påvirket resultatet.

I masteroppgavens spørreundersøkelse finner vi også flere fornøyde i passivhusene når det kommer til opplevd luftkvalitet. Av respondentene var det 80% i passivhusene mot 67% i TEK10/07-boligene som var "fornøyd" eller "svært fornøyd" med opplevd luftkvalitet. En forskjell i tilfredshet med inneklima på 10 prosentpoeng og en forskjell på 13 prosentpoeng på opplevd luftkvalitet, viser altså at det er en forskjell mellom tilfredshet i boligtypene. I alle fall ser det ut til at selve *opplevelsen* er bedre i passivhusene. I utgangspunktet har begge samme form for ventilasjonsanlegg med like styrings- og reguleringsmuligheter.

Som Hauge et al. (2013) påstår, vil evalueringen av boligen bli påvirket av oppmerksomheten og mediedekningen den har fått. Det kan i så fall være at beboerne i passivhusene bare "tror" at luftkvaliteten er bedre fordi de har hørt mye positivt om inneklima i passivhus gjennom medier. En påstand om at inneklimaet faktisk er bedre enn i TEK10/07-boliger vil antakeligvis være mer konkret og troverdig med målinger i boligene.

Spørreundersøkelsen viser at de aller fleste beboerne i passivhusene i Miljøbyen Granåsen totalt sett opplever termisk komfort, luftkvalitet og romtemperaturer som bra. De er også jevnt over litt mer tilfredse enn beboerne i TEK10/07-boligene på Grilstad Park. Dette resultatet for også støtte i studien utført av Coulter et al. (2008). Der ble de samme forholdene også opplevd bedre i de mest energieffektive bygningene av tre kategorier av boliger som ble vurdert.

Resultatene fra undersøkelsen viser at i begge boligtypene er det store andeler som mener at inneklimaet i boligen ikke har noen påvirkning på deres helse eller at de ikke vet. Herunder 66% og 41% i henholdsvis TEK10/07-boligene og

passivhusene. Selv om store andeler mener inneklimate ikke har påvirkning på helsen, vil det ikke dermed si at dette er tilfellet. Nasjonalt folkehelseinstitutt og Norges astma og allergiforbund har begge uttalt at inneklimate kan være avgjørende for helsen. (Nasjonalt folkehelseinstitutt 2013; Norges astma og allergiforbund 2010). Det vil derfor være viktig med en bedre og mer utbredt forståelse og informasjon rundt dette, samt tiltak man kan gjøre for å forbedre inneklimate.

Spørreundersøkelsen viser samtidig at 50% i passivhusene mener inneklimate er bra eller meget bra for helsen. I TEK10/07-boligene er kun 29% av den samme oppfatningen. Undersøkelsen viser likevel at det er 9% i passivhusene mot 5% i TEK10/07-boligene som mener inneklimate er dårlig for helsen. Dette spørsmålet og flere av de andre i spørreundersøkelsen viser nemlig at selv om beboerne i TEK10/07-boligene jevnt over er mindre tilfreds enn beboerne i passivhusene, er det større variasjon i tilfredshet i passivhusene. Dette kan ha noe med å gjøre at jo mer energieffektiv boligen er, jo mer kreves det av beboerne å sette seg inn i hvordan boligen fungerer optimalt. Tilfredsheten er trolig høy dersom man får lært seg boligens funksjonalitet, men kan være lav dersom man ikke forstår, eller frem til man innarbeider seg nok kunnskap og erfaring om hvordan boligen fungerer.

Når det kommer til planløsning og arkitektonisk utforming er som nevnt passivhusene i Miljøbyen Granåsen og TEK10/07-boligene på Grilstad Park nokså like (se vedlegg 4). Vi så også av resultatene i kapittel 4 at de var nokså like også med tilfredshet og opplevelse av planløsning og arkitektonisk utforming. Figur 35 viste at 77% og 84% i henholdsvis TEK10/07-boligene og passivhusene er "ganske fornøyd", "fornøyd" eller "svært fornøyd". I og med at begge boligtypene har en design og utforming i lavenergistil og innehar en såpass høy prosentandel med tilfredshet, kan man ikke si at en slik byggestil gir lav tilfredshet. Snarere tvert i mot. I Isaksson og Karlssons studie (2006), var også de aller fleste fornøyd med å bo i lavenergihus med tanke på den arkitektoniske utformingen av boligen.

Høyisolerende passivhusvinduer utføres gjerne som trelagsvinduer, og i kombinasjon med tykke yttervegger vil dette gi noe mindre lysinnslipp og utsyn enn for et tilsvarende TEK10-hus med identisk vindusstørrelse. (Holøs et al., 2013). I spørreundersøkelsen så vi av figurene 29 og 36 at en større andel var fornøyd med dagslystilgangen i passivhusene. Med andeler på fornøydhet med 93% og 78,1% (figur 29) på henholdsvis passivhusene og TEK10-07-boligene, tilsier det at det er høy tilfredshet med dagslystilgang i begge boligtypene. Det er likevel et overraskende funn da passivhusene har tykkere vegger som gir mer skjerming, og ekstra glass i vinduer kan gi redusert lystransmittans i forhold til tolagsruter. Som tidligere nevnt har begge boligtypene omtrent lik andel vindusareal og lik arkitektonisk utforming. Det ville derfor overrasket om

andelene var signifikant forskjellige. Forskjellen i grad av fornøydhet med dagslystilgangen kan komme av faktorer som for eksempel at tetthet og boligsammensetting oppleves som mindre i Miljøbyen Granåsen eller tilfeldigheter. Miljøbyen Granåsen ligger likevel litt høyere i terrenget og har mindre trær på området og er omgitt av forholdsvis store og åpne jordbruksområder. Grilstad Park ligger mer i et fortettet område. Dette kan være årsaker som spiller en viktig rolle. Det er derfor interessant å se at selv om Holøs et al. (2013) bemerker at passivhus med passivhusvinduer vil gi redusert lysinnslipp i forhold til et tilsvarende TEK10-hus, oppleves ikke dette verre for beboerne i passivhusboligene i Miljøbyen Granåsen.

Dagslys i boligen er nært knyttet sammen med utsyn via vinduer. Når det gjelder utsyn viste funnene at det er en relativ stor forskjell i grad av fornøydhet mellom boligtypene. Passivhusene var markant bedre fornøyd enn TEK10/07-boligene. (Figur 33). Selv om dette ikke har noen direkte sammenheng i forskjellen mellom passivhus og TEK10/07-boliger, viser funnene i dette tilfellet at beboere i passivhusene ikke opplever utsyn og daglystilgang som dårligere enn TEK10/07-boligene. Når det er sagt kan forskjellen i grad av tilfredshet med utsyn også være bedømt av *hva* man faktisk ser ut av vinduet, og ikke hvor *mye* man ser. Det er likevel ikke noen grunn til å si at boligene på Miljøbyen Granåsen har en penere utsikt, da begge boligfeltene er relativt like med tanke på tetthet, boligsammensetting og innsyn.

Det er i flere sammenhenger reklamert for at passivhus skal gi betydelige energibesparelser i form av reduserte utgifter til energi og oppvarming. Energibesparelse er nok trolig den faktor som er mest omtalt å skulle ha positiv effekt i passivhus. Som resultatet i spørreundersøkelsen viste var det likevel en litt høyere andel i TEK10/07-boligene som opplevde dette som forventet eller bedre, herunder 88,5% for TEK10/07-boligene og 79% i passivhusene. Det er likevel høye andeler i begge boligtypene. Noe av årsaken til at passivhusene kommer dårligere ut på dette området kan være at det er skapt mer omtale i medier om energibesparelser i passivhus enn i TEK10/07-boliger, og at forventningene derfor blir vanskeligere å oppnå i passivhusene.

Basert på resultatene i spørreundersøkelsen er det en signifikant bedre tilfredshet med lydisolering mot uteområder i passivhusene. Lydisolering mot uteområder er ofte blitt sett på som en av de sterkeste argumentene for passivhuskonseptet, noe resultatet av denne spørreundersøkelsen kan forsikre. Blant TEK10/07-boligene er det samtidig en betydelig høyere prosentandel som er misfornøyd med lydisoleringen mot uteområder. Bedre lufttetthet i passivhusene har skapt en positiv effekt som utgjør en betydelig forskjell mellom passivhus og TEK10/07-boliger. Forskjellen fra 2 til 3 lags vinduer vil også ha betydning.

Når det kommer til temperaturforhold i boligen er det betydelig flere i TEK10/07-boligene som mener romtemperaturen er kaldere enn akkurat passe om vinteren, spesielt på soverom. Samtidig viser resultatene at en signifikant høyere andel i passivhusene mener at temperaturforholdene er høyere enn akkurat passe. Dette tyder i iallfall på at passivhusene holder *bedre* på varmen. Når det gjelder sommeren viste resultatene at begge boligtypene har utfordringer knyttet til overoppheting. Det er likevel en signifikant høyere andel som opplever romtemperaturen på soverommet som "hett" i TEK10/07-boligene. Dette er et litt uventet resultat, da det er passivhusene som har fått mest kritikk for dette. Ingen av boligtypene er betydelig mer utsatt enn de andre for sollys på soveromsvinduene både med tanke på himmelretning og solavskjerming. Det må derfor være andre faktorer som spiller inn. Det er likevel klart at passivhusene i denne masteroppgaven ikke er mindre misfornøyde med temperaturforholdene enn beboerne i TEK10/07-boligene.

Når det gjelder vinteren så vi av figur 38 og 39 at passivhusene sliter mer med for varm romtemperatur på både soverom og stue/spisestue, samtidig som TEK10/07-boligene har høyere andel som sliter med for *kald* opplevd romtemperatur. Dette vil antakeligvis skyldes forskjellen i isolasjonsmengde mellom boligtypene. I så måte gjør den høye isolasjonsmengden i passivhus at opplevd kald romtemperatur reduseres kraftig, men vil i stedet by på utfordringer med for *høy* opplevd romtemperatur. Likevel, er det som nevnt ikke like klar forskjell på sommerhalvåret da også TEK10/07-boligene opplever betydelige utfordringer med for høy opplevd romtemperatur.

Det har i tidligere studier vært rapporter om opplevelser med kalde gulv på bakkeplan i passivhus (Rohdin et al. 2014; Isaksson og Karlsson, 2006). Som tidligere nevnt oppleves ikke dette som et problem i passivhusene i Miljøbyen Granåsen. Det er derimot flere i TEK10/07-boligene som opplever kaldt gulv i stuen, varierende romtemperatur og trekk fra vinduer/ytterdører. Dette argumenterer for at passivhus er bedre utformet knyttet til dette i forhold til TEK10/07-boliger. Det gir også mening da det er mer fokus på tetthet i passivhusprosjekter. Spørreundersøkelsen viser likevel at det er tilnærmet dobbelt så mange i passivhusene som opplever trekk fra ventilasjonsanlegget. Årsaken til dette er vanskelig å gi noen konkret forklaring på. En mulig forklaring kan være at passivhusene har lavere tilluftstemperatur eller at de kjører med større luftmengder. Som vi så i tabell 44 og 45 sliter også passivhusene mer med for lav luftfuktighet (tørr luft) om vinteren enn TEK10/07-boligene, herunder 43% mot 29%. Dette kan *også* skyldes at passivhusene har for høye luftmengder, og at temperaturen generelt sett er høyere. For høye luftmengder kan derfor være årsaken til både for tørr luft og trekk fra ventilasjonsanlegget.

I forhold til opplevd trekk fra ventilasjonsanlegget kan dette også skyldes plassering av ventilene i forhold til oppholdssoner. Spørreundersøkelsen viser likevel at det ikke er noen signifikant forskjell i grad av viftehastighet/luftmengde fra ventilasjonsanlegget mellom de to boligtypene. En annen forklaring kan være at beboerne er mer følsomme for trekk fra ventilasjonsanlegget da de i svært liten grad opplever trekk fra vinduer/ytterdører, og kanskje har vendt seg til høye innnetemperaturer.

Basert på resultatene i spørreundersøkelsen, vil ikke de utfordringene som er nevnt med tanke på inn klima og luftkvalitet være fullstendig relatert til passivhuskonseptet. TEK10/07-boligene som er sammenlignet i masteroppgaven er svært like passivhusene i Miljøbyen Granåsen når det kommer til arkitektonisk utforming, andel vindusareal og himmelretning på både stue og soverom. Begge boligene er samtidig godt isolerte og har balansert ventilasjon. Begge boligområdene har også lik sammensetning av alder, kjønn, barn og voksne. I og med at begge boligtypene opplever mye av de samme utfordringene knyttet til inn klima, luftkvalitet og ventilasjonsanlegg, vil det være naturlig å forklare utfordringene i lys av de likhetene disse boligtypene har. Dette argumenteres for også med bakgrunn i at de nevnte utfordringene passivhus sies å ha, faktisk er enda mer gjeldende, for TEK10/07-boligene som ble sammenlignet.

Resultatene som fremkommer i undersøkelsen viser altså at det er beboerne i passivhus som er mest tilfredse i omtrent samtlige forespurte forhold. En av årsakene til dette kan være noe beboerne selv ikke er bevisste om. Som Hauge et al. (2013) påstår, vil evalueringen av boligen eller bygningens ytelse bli påvirket av oppmerksomheten og mediedekningen den har fått. Det er ikke til å legge skjul på at passivhusene i Miljøbyen Granåsen har fått betydelig oppmerksomhet, både lokalt, nasjonalt og internasjonalt, da dette er et av Norges største passivhusprosjekter. Disse boligene har derfor sannsynligvis skapt kjennskap til energibesparelser og svært høye forventninger, slik at beboerne derfor ikke blir overrasket over energibesparelsene. Boligene på Grilstad Park har derimot ikke fått like mye mediedekning, og energibesparelsene i disse boligene kommer derfor mer overraskende på beboerne. Dette kan igjen forklare hvorfor en høyere andel av disse beboerne opplever energibesparelsene som forventet eller bedre. Som spørreundersøkelsen viser er det likevel passivhusene som har innfridd flest forventinger.

I blant annet rapporten "*Evaluering av ni passivhusboliger på Rossåsen ved Sandnes*" utviklet av SINTEF, kom det frem at alle beboerne hadde høye forventninger til passivhus. Dette ser også ut til å være tilfelle i en del andre studier av passivhus. Det er likevel viktig å bemerke at Leaman and Bordass (2007) ser en sammenheng i at brukere har en høyere toleranse for mangler i



energieffektive hus enn de har i hus uten en energieffektiv profil. Dette tyder på at bygningens image og konsept har en betydning i evaluering av bygget.

Et entydig svar på forskningsspørsmålet er likevel vanskelig å frembringe. Det er viktig å bemerke at boligene i både Miljøbyen Granåsen og på Grilstad Park er forholdsvis nye boliger, hvor beboerne ikke har bebodd boligene i mer enn maksimalt 4 år. I de fleste boliger og bygninger vil det være utfordringer i begynnelsen, uavhengig av om det er passivhus eller ikke. (Klinski et al., 2012). Basert på tidligere studier og også spørreundersøkelsen i denne masteroppgaven viser det seg likevel at det er lite som tyder på at utfordringene knyttet til for eksempel overtemperatur er større i passivhus enn i andre nye hus, som for eksempel TEK10 eller TEK07-hus. Stort vindusareal er ofte tilfelle i andre nyere boliger, hvilket gir økt mulighet for oppvarming av boligen med solen. Dette vil igjen kunne føre til overtemperatur. En stor andel av begge boligtypene har manglende solskjerming og noen beboere i begge boligtypene nevnte i kommentarfeltet at det til dels er begrenset mulighet for vinduslufting, da enkelte vinduer ikke lar seg åpne.



## 6. Konklusjon

I dette kapittelet gis det svar på masteroppgavens problemstilling. Utgangspunktet for denne studien var å finne ut hvordan brukertilfredsheten er i passivhus blant private beboere med fokus på inneklimate, termisk komfort og tekniske løsninger. Samtidig har formålet med studien vært å finne svar på hvorvidt eventuelle problemer, utfordringer og opplevelser med passivhus oppleves å være knyttet kun til passivhus eller om det kan gjelde nye velisolerte boliger generelt.

Kapittelet gir en generell konklusjon vedrørende problemstillingen og forskningsspørsmålene knyttet opp i mot de funn og diskusjoner som er gjort i løpet av studien. Avslutningsvis gis det også anbefaling til videre arbeid.

På tross av relativt gode svarprosjenter på spørreundersøkelsen gjennomført i masteroppgaven, kan man likevel ikke utelukkende si at de data som er fremkommet gir grunnlag for 100% sikre konklusjoner. Spørreundersøkelsens potensielle feilkilder, samt studiens validitet og relabilitet kan være årsaker til dette. De konklusjoner som gjøres baserer seg likevel på at de data som er fremkommet er gyldige og troverdige data.

### 6.1 Problemstilling

Opggavens problemstilling var som følger:

*”Er opplevd termisk komfort og tilfredsheten med inneklimate i passivhus god?”  
”Er opplevelsene i passivhus spesielt knyttet til passivhus eller er de like aktuelle for nye boliger generelt?”*

Første del av problemstillingen baserer seg på brukertilfredshet i passivhus. Innledningsvis er det viktig å bemerke at det er først nå (i 2016) at omfanget av passivhus øker i antall i Norge. For å kunne komme med sikre konklusjoner vedrørende brukertilfredshet i passivhus er det nødvendig å samle en bred erfaring rundt husene og bygningene sett over flere år. Det har frem til nå blitt gjort en god del undersøkelser av brukertilfredshet i passivhus. Samtidig som kravene i TEK15 nå nærmest er tilnærmet lik kravene for passivhus, er det viktig å redusere skepsisen til passivhuskonseptet som antakeligvis fremdeles ligger som en liten demper på både etterspørselen fra private, men også blant utbygges interesse for å satse på passivhusprosjekter. Studien viser nemlig at de fleste beboerne i passivhusene jevnt over er fornøyde med inneklimate, termisk komfort, tekniske systemer og byggeteknisk utforming.

Ut i fra tidligere studier er det altså konkludert med at passivhuskonseptet ikke nødvendigvis er en avgjørende faktor for å flytte inn i et passivhus. I følge studien til Hauge et al. (2013), ville trolig ingen flyttet inn dersom boligen ikke hadde balkong. I tillegg var beliggenhet og nybolig viktigere faktorer. Passivhus ser likevel ut til å bidra til mer bevissthet rundt miljøvennlige og energieffektive tiltak. De fleste beboerne i studien til Hauge et al. (2013) opplyste nemlig at de ble mer opptatt av energibruk og miljøvennlig adferd av å bo i lavenergihus.

Spørreundersøkelsen foretatt i masteroppgaven viser altså resultater som er i samsvar med tidligere studier. For eksempel at det foretrekkes forskjellig temperatur i ulike rom, spesielt på soverom hvor det særlig på sommeren oppleves overoppheting og at tilstrekkelig ventilasjon er vanskelig å oppnå. Beboerne synes det er lite tilfredsstillende at regulering av temperaturen på soverommet ikke kan gjøres uavhengig av resten av boligen.

Jevnt over ser likevel de fleste beboerne i passivhus ut til å være fornøyde med inn klima og termisk komfort. Den opplevde termiske komforten og inn klimaet i passivhus oppleves altså totalt sett som positiv. De forholdene i passivhus som kommer best ut i følge spørreundersøkelsen i masteroppgaven er at de er lydtette, de holder godt på varmen, det skal lite til for å varme opp boligen og at det er lavt energibruk som gir lave energikostnader. Spørreundersøkelsen viser likevel at det samtidig er funnet store forskjeller i tilfredshet, men at en del av disse negative opplevelsene er såpass få i antall i forhold til de positive opplevelsene at de i de aller fleste tilfeller ikke kan tas i betraktning.

Utfordringene som beboerne opplevde mest av er overoppheting, spesielt på soverom, reduserte muligheter til å regulere temperaturen på soverommet uavhengig av resten av boligen, tørr luft/lav luftfuktighet om vinteren og mangel på informasjon og opplæring med ventilasjons- og oppvarmingssystemet. Som en av de viktigste forholdene denne studien viser, er det at utvendig solavskjerming på solutsatte vinduer vil være en sentral forbedring for å redusere overoppheting i boligen.

Som Hauge et al., (2013) presiserer, er det likevel viktig å bemerke at både boligene i seg selv og beboernes adferd endrer seg over tid. For at man skal kunne foreta en bedre planlegging, mer brukervennlige passivhus og energieffektive bygninger, er det viktig at man foretar studier og evalueringer av brukertilfredshet over lengre tid, da det tar tid å sette seg inn i energieffektive boliger. En informant i studien til Charlotta Isaksson om brukertilfredshet i passivhus så nemlig at: "Jeg tror man må lære seg å leve i et slikt hus" (Isaksson, 2008). Dette indikerer at det kreves mer av beboerne å bo i passivhus når det kommer til kunnskap om hvordan en slik bolig bør brukes optimalt. Dette ble også bemerket i spørreundersøkelsen i

masteroppgaven, da informasjon og opplæring av boligens tekniske funksjoner i stor grad ikke ble tilfredsstillt.

Når det kommer til problemstillingens andre spørsmål, må svaret kunne sies å være at basert på denne studien kan det ikke konkluderes med at problemene og utfordringene er spesielt knyttet til passivhus. Det ser derimot ut til at passivhus og nyere boliger fortrinnsvis bygd etter TEK10 og TEK07, har de samme utfordringene. Når det er sagt, har passivhus bedre forutsetninger for å takle disse utfordringene da en bevisst og nøyaktig prosjektering samt god oppfølging i byggefasen er et sentralt kjennetegn for konseptet. Klinski et al. (2012) poengterer også at konseptet er mer designet for ulike beboervaner. Klinski et al. (2012) hevder også at konseptet skal takle de ulike beboervanene uten at det går på bekostning av at energibruk, høye romtemperaturer, lufttetthet og at komfortfølelse blir mindre avhengig av oppvarmingssystemet. Litteraturstudien og spørreundersøkelsen i masteroppgaven tilsier derfor at passivhus ikke ser ut til å ha vesentlig andre eller større utfordringer enn andre typer nyere boliger bygd etter TEK10 eller TEK07.

Spesielt kan man konkludere med at begge boligtypene opplever utfordringer knyttet til overtemperatur i boligen. I følge Hauge et al., (2013) indikerer dette at menneskelige faktorer må bli mer tatt hensyn til i både design, konstruksjon og bruk av boliger. Det er dessuten en klar sammenheng i at menneskers adferd og aktivitet har en signifikant innflytelse på energiytelsen i en bolig (Hauge et al., 2013). Dette er en faktor som har betydning for hvorvidt innklimaet oppleves som komfortabelt eller ukomfortabelt.

Passivhus kan med bakgrunn i spørreundersøkelsen og litteraturstudien altså ikke sies å være alene om utfordringer knyttet til termisk komfort. Utfordringene gjelder like mye andre velisolerte og nye boliger, som for eksempel bygget etter TEK10 og TEK07, slik som denne studien viser. Faktisk var beboerne i boligene bygget etter TEK10/07 jevnt over *mindre* tilfredse enn beboerne i passivhus.

Passivhus kommer med de nye forskriftskravene i TEK15 og senere forskrifter trolig til å bli mye mer utbredt enn det vi ser i dag. Samtidig ser vi en stadig økende bruk av utenlands arbeidskraft som ikke har lang erfaring med norske byggetradisjoner og norske klimaforhold. Det vil derfor være nødvendig med læringsarenaer som bringer disse opp på et tilstrekkelig godt faglig nivå. (Klinski et al, 2012). Dette er viktig da en bedre tilfredshet med innklima og termisk komfort i passivhus også er avhengig av det klimatiske forholdene boligene settes opp i, og at entreprenørene derfor må være kjent med dette for å kunne tilpasse konstruksjon og bygging etter det klimaet som er i det respektive landet.

## 6.2 Forslag til videre forskning

Denne oppgaven baserer seg hovedsakelig på *opplevelser* beboerne i boligene har i forhold til deres bolig. For å kunne styrke underlaget og deretter konklusjonene ytterligere kunne det vært hensiktsmessig å foreta målinger som ville kunnet si noe mer konkret om for eksempel temperaturforhold, effekten på oppvarmingssystemet og luftmengder fra ventilasjonsanlegget.

Med TEK15 som nå implementeres og som i stor grad vil være lik mye av kravene i passivhusstandarden, vil det være hensiktsmessig å forske videre på hvordan det på best mulig måte kan legges til rette for et ideelt inneklima og innemiljø, slik at vi oppnår en høy termisk komfort i passivhus og nyere boliger generelt.

Masteroppgaven bygger hovedsakelig på sammenligning av passivhusboliger og boliger bygget etter TEK10 og TEK07. Det kunne videre vært interessant å sett nærmere på en sammenligning av passivhusboliger opp i mot andre type boliger, herunder eldre enn TEK07, slik at forskjellen i kravene mellom bygningstypene er enda større. Dette ville kanskje gitt enda klarere forskjeller boopplevelser.

Samtidig kunne det også vært interessant å sett nærmere på en sammenligning av passivhus og bygg etter TEK10/07 i andre tilfeller enn boliger. For eksempel næringsbygg, kontorbygg, handelsbygg og andre offentlig bygninger. På den måten kunne man fått et innblikk i om brukertilfredshet, inneklima, opplevelser og termisk komfort er forskjellig eller lik i slike type bygninger og om opplevelsene er mer eller mindre tydeligere i slike bygninger enn i boliger.

## 7. Referanseliste

Aarseth Boligventilasjon (2015). *Balansert ventilasjon*. Tilgjengelig fra:

<http://www.boligventilasjon.no/Artikkel.aspx?ID=10>

(Hentet 12.02.16)

Andersson K, Stridh, G (1990). *Byggnader med störningar i inomhusklimatet – en utredningsmodell*. Tilgjengelig fra:

<http://www.inomhusklimatproblem.se/publikations/publikationer/Referens1ny.pdf>

(Hentet: 12.04.16)

Andresen, I., Hestnes, A. G. (2008) "Learning to live in a passive house" Isaksson, C. *The first nordic conference on passiv houses: 2-3 April*. Trondheim: Enova: Husbanken, s.168

Andersen, O.E. (2014). *Grilstad Park*. Tilgjengelig fra:

<http://www.bygg.no/article/1191251?image=dp-image47706-1191261>

(Hentet: 21.01.16)

ASHRAE (2004) *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*

Atlanta: ASHRAE

Banken, K. og Solberg, S. L. (2002). *Markedsplanlegging. Fra visjon til kundertilfredshet*.

Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

Berge, M., J. Thomsen, and H.M. Mathisen (2016) *The need for temperature zoning in high-performance residential buildings*. Journal of Housing and the Built Environment.

Trondheim: SINTEF

Boverket (2009) *Enkätundersökning om boendes upplevda inomhusmiljö och ohälsa - resultat från projektet BETSI* Karlskrona: Boverket.

Brager, G. S., og deDear, R. (1998). *Developing an adaptive model of thermal comfort and preference*. California: ASHRAE Transaction

Brunklaus et al. (2010). *Illustrating limitations of energy studies of buildings with LCA and actor analysis*. Tilgjengelig fra:

[http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/local\\_122007.pdf](http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/local_122007.pdf)

(Hentet: 11.10.15)

Buber, R., Gadner, J., og Höld, R. (2007). *Bo i passivhus. Bruk av fokusgruppeintervjuer for å identifisere velværekomponenter*. Wiesbaden: Gabler forlag.

Coulter, J., Hannas, B., Swanson, C., Blasnik, M. og Calhoun, E. (2008). *Measured public benefits from energy efficient homes*. København: Konferanse i inneklime.

Dalgsegg, E (2010) *En av to vil ikke betale for strømsparing* Tilgjengelig fra:

<http://www.dinside.no/856426/en-av-to-vil-ikke-betale-for-stromsparing>

(Hentet: 06.04.2016).

Direktoratet for byggkvalitet (2015). *Klimavennlige bygg for fremtiden*. Tilgjengelig fra:

[https://www.dibk.no/no/Om\\_oss/Arkiv/Nyhetsarkiv/klimavennlige-bygg-for-fremtiden/](https://www.dibk.no/no/Om_oss/Arkiv/Nyhetsarkiv/klimavennlige-bygg-for-fremtiden/)

(Hentet: 02.10.15)

DIBK / Direktoratet for byggkvalitet (2012) *Fra TEK10 til TEK15*. Tilgjengelig fra: <http://www.dibk.no/no/Tema/Energi/Nyheter-energi/Fra-TEK10-til-TEK15/> (Hentet: 12.10.15).

Dokka et al (2010) *Passivhus, nullenergibygging og kunnskapsbehov*. Trondheim: SINTEF  
Edvardsen, K.I. (2009) *Hus og helse*. Oslo: SINTEF Byggforsk.

Edvardsen, K. I., Ramstad, T. Ø., Haug, T. og Saltnes, J. (2010) *Trehus* Oslo: SINTEF

Energiråd innlandet (2014). *Fremtidens bygg - lavenergihus, passivhus og plusshus*. Tilgjengelig fra: <http://www.energirad-innlandet.no/bygninger/fremtidens-bygg> (Hentet: 02.10.15)

Enova (2012). *Hjelp til deg som skal kjøpe eller bygge passivhus*. Trondheim: Enova

Enova. (2011). *Kunnskapsbehov for å innføre passivhus som standard*. Trondheim: Enova

Enova. (2012). *Potensial- og barrierestudie, Passivhus og nær nullenergibygninger*. Trondheim: Enova

Enova, (2015). *Program støtte til passivhus og lavenergibygg*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/finansiering/naring/programtekster/program-stotte-til-passivhus-og-lavenergibygg/245/281/> (Hentet: 04.04.16)

EPBD (Energy Performance of buildings Directive) (2010) *Directive of the european parliament and of the council on the energy performance of buildings* Strasbourg: EPBD.

Fanger, O. (2003). *Healthy Buildings*. NUS Press: Singapore

Fellows, R. og Lui, A. (2008). *Research Methods for Construction*. Oxford: Willey-Blackwell

Flexit (2011). *Boligventilasjon er klar og forberedt for passivhus*. Ørje: Flexit  
Tilgjengelig fra: <http://www.flexit.no/hjelp/Om-passivhus/Passivhus/> (Hentet: 01.04.2016)

Gill, Z.M. Tierney, M.J., Pegg, I.M. and Allan, N. (2010). *Low-energy dwellings: the contribution of behaviors actual performance*. *Building Research & Information*, Vol. 38.

Halvorsen, K (2008) *Å forske på samfunnet*. En innføring i samfunnsvitenskapelig metode. Oslo: J. W. Cappelens Forlag AS.

Hauge, Å. L., Thomsen, J., Berker, T. (2013) *User evaluations of energy efficient buildings*. Trondheim/Oslo: SINTEF/NTNU

Heimdal Bolig (2013). Tilgjengelig fra: <http://www.heimdalbolig.no/tag/intervju/> (Hentet: 02.10.15)

Henriksen, P. (2013). *Stor forskjell på aktivhus og passivhus*. Tilgjengelig fra: <http://www.vvsforum.no/artikkel/7077/+stor+forskjell+paa+aktivhus+og+#.VjOSbkLe-vs> (Hentet: 20.10.15)

HIN/Høyskolen i Narvik, (2015). *Termisk innemiljø*. Tilgjengelig fra:  
<http://ansatte.hin.no/brs/fag/emner/iaq/pdf/termisk.pdf>  
(Hentet: 02.02.16)

Hinge, A., Tanjea, O., Bobker, M., (2008) *Sustainability in commercial building: Briding the gap from design to operations*. Chicago: Green Building Insider.

Holm, M. (2014). *Det grønne skiftet er i gang*. Tilgjengelig fra:  
<http://www.nrk.no/ytring/det-gronne-skiftet-er-i-gang-1.12093574>  
(Hentet: 15.09.15)

Holøs, S. B., Maltha, M. M., Berge, M. (2013) *Helse og inneklime i passivhusboliger*. Oslo: SINTEF.

Huseiernes landsforbund (2014). *Energieffektive boliger for fremtiden: Passivhus m.m.*  
Tilgjengelig fra: <http://www.huseierne.no/boligsporsmal/energi/reduser-energiforbruket/energieffektive-boliger-for-fremtiden-passivhus-mm/>  
(Hentet: 19.09.2015)

Inmente Ressurs (2008). *Utforming av spørreundersøkelser*. Oslo: Inmente Ressurs AS.

Installatøren Gruppen (2015) «Hjem, kjære hjem» – *Huset som passer på deg!*  
Tilgjengelig fra: <http://installatoren.as/smarthus/>  
(Hentet: 25.09.15)

Isaksson, C., og karlsson, F. (2006) *Indoor climate on low-energy houses – An interdisciplinary investigation*.

Jacobsen, D. I. (2002). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Kristiansand: Høyskoleforlaget AS.

Johannessen, A., Tufte, P.A., Christoffersen, L., (2015) *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode. 4.utgave*. Oslo: Abstrakt forlag AS.

Kähkönen, E., Salmi, K., Holopainen, R., Pasanen, P., Reijula, K., (2014) *Thermal environment in eight low-energy and twelve conventional Finnish houses* Helsinki: Elsevier

Klinski, M., Thomsen, J., Hauge, Å., L., Jerkø, Dokka, T.H. (2012b) *Systematisering av erfaringer med passivhus*, b.90. Oslo: SINTEF bygforsk.

Knudsen, H.N, Kragh, J. (2014). *Evaluering af energiklasserne 2015 og 2020 i BR10* København: Aalborg Universitetet.

Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2010) *Forskrift om teknisk krav til byggverk*. Oslo: Kommunal- og moderniseringsdepartementet.  
Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-489>  
(Hentet: 21.01.16)

Krapmeier, H. (2006) *First-class living in passive house* Dornbirn: Energieinstitut.



Larsen, T., Daniels, O. og Jensen, R. (2012) *Evaluation of the indoor environment in 8 danish passive houses*. Tilgjengelig fra: <http://tapironline.no/fil/vis/1001>  
(Hentet: 11.04.16)

Lavenergiprogrammet (2015). *Hva er et passivhus?* Tilgjengelig fra: <http://www.lavenergiprogrammet.no/dette-er-passivhus/category123.html>  
(Hentet: 03.10.15)

Lavenergiprogrammet (2013). *Prosjektering av passivhus*. Oslo: Lavenergiprogrammet.

Lavenergiprogrammet (2015) *Slik unngår du for høye innetemperature i passivhus*. Tilgjengelig fra: <http://www.lavenergiprogrammet.no/prosjektering-av-passivhus/slik-unngar-du-for-hoye-innetemperaturer-i-passivhus/>  
(Hentet: 01.04.16)

Lavenergiprogrammet (2016) *Nye energiregler krever oppdatert programvare* Tilgjengelig fra: <http://lavenergiprogrammet.no/aktuelt/teksjekk/>  
(Hentet: 06.04.16)

Leman, A., og Bordass, B. (2007) *Are users more tolerant of "green" buildings* London: Building research & Information.

Mlecnik, E., Schütze, T., Jansen, S.J.T, de Vries, G., Visscher, H.J., & van Hal, A. (2012). *End-user experiences in nearly zero-energy houses*.

Mosland, T.B. (2013). *Hva er et passivhus?* Tilgjengelig fra: <http://bygg.tekna.no/hva-er-et-passivhus/>  
(Hentet: 23.09.15)

Nasjonalt Folkehelseinstitutt. (2013). *Anbefalte faglige normer for inneklima: revisjon av kunnskapsgrunnlag og normer*. Oslo: Nasjonalt folkehelseinstitutt.

Norges Asma og Allergiforbund. (2010). *Godt innemiljø hjemme? Innemiljø i boliger*. Tilgjengelig fra: <http://www.inneklima.com/index.asp?document=308>  
(Hentet: 06.10.15)

Norsk Arkitekters Landsforbund (2013). *Nordens største passivhusfelt*. Tilgjengelig fra: <http://www.arkitektur.no/miljobyen-granasen?pid1=228526>  
(Hentet: 16.10.15)

Nyskaping, L.E. (2009). *Lavenergiboliger og passivhus: introduksjon til eiendomsmeglere*. Trondheim: Leiv Eriksson nyskaping.

Olsson, N. (2014) *Praktisk rapportskrivning*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS

Passivhusinstituttet (2015) *Passive house institute* Tilgjengelig fra: [http://passivehouse.com/01\\_passivehouseinstitute/01\\_passivehouseinstitute.htm](http://passivehouse.com/01_passivehouseinstitute/01_passivehouseinstitute.htm)  
(Hentet:07.02.16)

Paulsen, M. (2013) *Ten misconceptions about the passive house standard* Tilgjengelig fra: <http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/guest-blogs/ten-misconceptions-about-passive-house-standard>  
(Hentet: 06.04.16)

Rambøll (2015) *Inneklima*  
Tilgjengelig fra: <http://www.ramboll.no/tjenester/bygg-og-arkitektur/vvs/inneklima>  
(Hentet: 15.02.16).

Riksrevisjonen og forvaltningsrevisjonen (2006) *Gjennomføring av brukerundersøkelser i forvaltningsrevisjonen*. Oslo: Riksrevisjonen og Forvaltningsrevisjonen.

Rohdin, P., Molin, A., Moshfegh, B., (2014) *Experiences from nine passive houses in Sweden e Indoor thermal environment and energy use* Linköping: Linköping Univeristet.

Rojas, B., Wagner, W., Suschek-Berger, J., Pfluger, R., & Feist, W. *Applying the passive house concept to a social housing project in Austria*. Østerrike: Taylor & Francis Group.

Sande, S. (2012). *Passivhus – bygg for fremtiden*. Tilgjengelig fra: <http://www.huseierne.no/hus-bolig/tema/bolig/passivhus/passivhus---bygg-for-fremtiden/>  
(Hentet: 05.12.15)

Seehusen (2012). *Folk spør ikke etter passivhus*. Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/bygg/2012/07/30/folk-spor-ikke-etter-passivhus>  
(Hentet: 23.09.15)

Seehusen (2011). *Vil fjerne frykten for passivhus..* Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/bygg/2011/06/21/vil-fjerne-frykten-for-passivhus>  
(Hentet: 23.09.15)

Schmitt, Y. (2007). *PaMo-monitoring of a passivhouse in South Tyrol, Italy*. Darmstadt: Passivhusinstituttet.

Sintef Byggforsk (2013). *Generelt om passivhus, valg og konsekvenser* Oslo: Sintef Byggforsk

Sintef Byggforsk (2012). *Å leve i framtida – strategier for å muliggjøre og støtte livsstilsendringer*. Trondheim: Sintef Byggforsk.

Sjøberg, J. (2011). *Varsler om helserisiko med passivhus..* Tilgjengelig fra: [http://www.aftenposten.no/bolig\\_old/Varsler-om-helserisiko-med-passivhus-5107606.html](http://www.aftenposten.no/bolig_old/Varsler-om-helserisiko-med-passivhus-5107606.html)  
(Hentet: 10.10.15)

Standard Norge (2013) *NS3700:2013 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger*  
Lysaker: Standard Norge

Standard Norge (2007) *NS-EN 1521:2007 Inneklimaparametere for dimensjonering og vurdering av bygningers energiytelse inkludert inneluftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustikk* Lysaker: Standard Norge

SurveyMonkey (2016) *Utvalgsstørrelse for spørreundersøkelsen* Tilgjengelig fra:  
<https://no.surveymonkey.com/mp/sample-size/>  
(Hentet: 29.02.16)

Tappler, P., Hutter, H.-P., Hengsberger, H., & Ringer, W. (2014). *Helse og inneklima for beboere i nyere energieffektive boliger*. Wien: Institutt for bygningsbiologi

Thomsen, J (2008). *Student housing – Student homes? Aspects of student housing satisfaction, dissertation*. Trondheim: NTNU.

Thomsen, J., Berker, T., Hauge, Å.L., Denizou, K., Wågø, S., Jerkø, S. (2013) *The interaction between building and users in passiv and zero-energy housing and offices*. Oslo/Trondheim: SINTEF.

Thomsen, J., Svensson, A., Gullbrekken, L. (2014). *Evaluering av ni passivhusboliger på Rossåsen ved Sandnes* Oslo: Sintef Byggforsk.

Thomsen, J., Hauge, Å.L., Denizou, K., Jerkø, S., Wågø, S., Berker, T. (2011). *User evaluations of energy efficient buildings – The Interplay of buildings and users in seven european case studies*. Oslo/Trondheim: ZEB/SINTEF

Tvedten, H. M. (2010). *Slik bor du i framtidens hus*. Tilgjengelig fra:  
[http://www.dagbladet.no/2010/10/11/tema/bolig/passivhus/miljoennlig\\_teknologi/13786655/](http://www.dagbladet.no/2010/10/11/tema/bolig/passivhus/miljoennlig_teknologi/13786655/)  
(Hentet: 03.11.15)

Yudelson, J. (2008) *The green building revolution*. Washington: Island Press.

## 8. Vedleggsliste

### Vedlegg 1

#### Utleddning av forskningsspørsmål med spørsmålsrekke (Halvorsen, 2011)

<b>Hva</b>	Jeg ønsker å finne ut hvilke opplevelser, herunder positive og negative, som finnes i passivhus, og sammenligne med opplevelser i TEK10/07-boliger
<b>Hvem</b>	Jeg ønsker å finne svar blant de som bruker og bor i boligene
<b>Hvor</b>	For å kunne danne meg et bilde, tror jeg det er hensiktsmessig å studere ett stort og/eller flere mindre prosjekter. Jeg valgte Miljøbyen Granåsen da dette er Norges største passivhusprosjekt. Rudshagen og Stenbråtlia valgte jeg da dette er to mindre prosjekt. Grilstad Park er også stort og omfattende prosjekt som kan gi mange interessante resultat.
<b>Hvordan</b>	Ved å studere Miljøbyen Granåsen, Grilstad Park, Rudshagen borettslag, Stenbråtlia borettslag, relevant teori og tidligere brukerevalueringer
<b>Når</b>	Studien gjennomføres i tidsperioden januar til juni 2016
<b>Hvorfor</b>	Jeg ønsker å finne ut hvilke utfordringer passivhus har, samt hvilke utfordringer som kan relateres til nyere boliger generelt.  Jeg ønsker å bidra til å belyse hvilke utfordringer vi står ovenfor når det gjelder opplevelsen og utviklingen av inneklimate/miljø i nyere boliger.  Jeg ønsker å øke min kompetanse inneklimate/miljø i passivhus/lavenergiboliger og nyere boliger.
<b>Hvorledes</b>	Litteraturstudie  Gjennomgang av dokumenter og tidligere brukerevalueringer  Spørreundersøkelse til beboere

## Vedlegg 2

### Henvendelse spørreundersøkelse

Hei!

For øyeblikket skriver jeg en masteroppgave ved NTNU i Trondheim. Formålet med oppgaven er å finne ut i hvor stor grad beboere er fornøyde med sin bolig, med fokus på inneklime og innemiljø. I den forbindelse har jeg fått tillatelse fra utbygger Heimdal Bolig til å sende ut en liten spørreundersøkelse til alle dere beboere i Miljøbyen Granåsen. Jeg har fått tilgang til epostadresser fra prosjektleder Kristian Stensrud i Heimdal Bolig,

Jeg håper du kan ta deg tid til å svare på spørreundersøkelsen som følger nedenfor. Trykk på linken nedenfor for å komme til undersøkelsen. Den inneholder 27 spørsmål og det vil ta ca. 5-10 min å svare på den. Dine svar på denne undersøkelsen vil være avgjørende og til stor hjelp for meg og vil være viktig informasjon i min masteroppgave.

Det gjøres oppmerksom på at noen av avkryssingsspørsmålene ikke lar seg besvare dersom du har en eldre versjon av Internet Explorer. Det anbefales at det benyttes nettlesere som Firefox, Google Chrome, Safari eller Opera, eventuelt nyeste versjon av Internet Explorer.

Det vil ikke bli stilt sensitive spørsmål og du vil forbli anonym. Svarene vil kun brukes i denne oppgaven. Opplysningene skal ikke brukes til senere formål som ikke er forenelig med formålet i denne undersøkelsen. jfr. Personopplysningsloven § 11.

Skulle du ha noen spørsmål er det bare å ta kontakt med meg på knutandreb@gmail.com, så skal jeg svare deg så fort jeg kan.

På forhånd tusen takk for hjelpen!

Mvh Knut-Andre Bjørnstad  
Student, Eiendomsutvikling og forvaltning, NTNU

## Vedlegg 3

### Spørreundersøkelse

**1. Ditt kjønn** *Markér kun én oval.*

- Kvinne
- Mann

**2. Hvor gammel er du?** *Markér kun én oval.*

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

**3. Oppgi antall beboere i boligen** *Markér kun én oval.*

- 1
- 2
- 3
- 4 eller flere

**4. Hvor lenge har du bodd i boligen?** *Markér kun én oval.*

- Mindre enn 3 måneder
- 3-6 måneder
- 6-12 måneder
- 1-2 år
- 2-4 år
- Mer enn 4 år

**5. Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende forhold når det gjelder din bolig?** *Markér kun én rute per rad*

	Svært misfornøyd	Misfornøyd	Noe misfornøyd	Ganske fornøyd	Fornøyd	Svært fornøyd
Lydisolering mot uteområder						
Dagslys i boligen						
Utsyn via vinduer						
Luftkvalitet ift lukter, støv, pollen etc.						
Planløsning og arkitektonisk utforming						
Temperaturforhold i boligen						

**6. I hvor stor grad er du fornøyd med innklimaet i din bolig?**

*Markér kun én oval.*

- Svært misfornøyd
- Misfornøyd
- Noe misfornøyd
- Ganske fornøyd
- Fornøyd
- Svært fornøyd

**7. I hvor stor grad er dine forventninger til din bolig oppfylt når det gjelder følgende forhold?** *Markér kun én rute per rad*

	Langt under forventning	Noe under forventning	Som forventet	Noe over forventning	Langt over forventning
Energibesparelse					
Luftkvalitet					
Romtemperatur om vinteren					
Romtemperatur om sommeren					
Dagslys i boligen					



**8. Dersom misnøye med luftkvaliteten innendørs, hva er årsaken?**

*Merk av for alt som passer*

- Luftes føles innestengt
- Lufta føles støvholdig
- Irriterende lukter
- Egen matos spres i boligen
- Matos fra naboer
- Tobakksrøyk eller annen lukt fra naboer
- Fuktig luft på badet
- Små muligheter for å påvirke ventilasjonen

**9. Hvordan opplever du at din helse påvirkes av inneklimate i din bolig?**

*Markér kun én oval.*

- Meget bra for helsen
- Bra for helsen
- Ingen påvirkning
- Dårlig for helsen
- Meget dårlig for helsen
- Vet ikke

**10. Hvordan opplever du luftfuktigheten innendørs om vinteren?**

*Markér kun én oval.*

- Alt for lav luftfuktighet
- Noe for lav luftfuktighet
- Akkurat passe
- Noe for høy luftfuktighet
- Alt for høy luftfuktighet

**11. Benyttes det tiltak for å øke luftfuktigheten i vinterhalvåret?**

*Merk av for alt som passer*

- Nei, ingen tiltak
- Luftfukter
- Tørking av tøy innendørs
- Planter
- Andre:.....

## 12. Hvordan opplever du romtemperaturene om vinteren?

*Markér kun én rute per rad*

	Hett	Varmt	Noe varmt	Akkurat passe	Noe kjølig	Kjølig	Kaldt
Stue/spisestue							
Soverom							
Bad							

## 13. Har du opplevd følgende ubehag/plager når det gjelder romtemperatur om vinteren? *Markér kun én rute per rad*

	Nei, aldri	Ja, iblant	Ja, ofte
Variierende romtemperatur			
Kaldt gulv i stuen			
Kaldt gulv på badet			
Trekk fra vinduer/ytterdører			
Trekk fra ventilasjonsanlegget			

## 14. Hvordan opplever du romtemperaturene om sommeren?

*Markér kun én rute per rad*

	Hett	Varmt	Noe varmt	Akkurat passe	Noe kjølig	Kjølig	Kaldt
Stue/spisestue							
Soverom							
Bad							

## 15. Hvordan opplever du luftfuktigheten innendørs om sommeren?

*Markér kun én oval.*

- Alt for lav luftfuktighet
- Noe for lav luftfuktighet
- Akkurat passe
- Noe for høy luftfuktighet
- For høy luftfuktighet

**16. Hvilken form for solskjerming har boligen på solutsatte vinduer?**

*Merk av for alt som passer*

- Innvendige persienner/rullegardiner/gardiner
- Utvendige persienner/screen
- Utvendige markiser
- Ingen skjerming
- Andre:.....

**17. Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med ventilasjonsanlegget når det gjelder følgende forhold?**

*Markér kun én rute per rad*

	Svært misfornøyd	Misfornøyd	Noe misfornøyd	Ganske fornøyd	Fornøyd	Svært fornøyd
Informasjon/opplæring om bruk og vedlikehold ved innflytting						
Brukervennlighet og kontrollpanel						
Lydnivået fra ventilasjonsanlegget (under normal drift)						

**18. Hva slags mulighet har du for å styre ventilasjonsanlegget?**

*Markér kun én oval.*

- Har ikke mulighet til å styre det
- Av/på
- Flere trinn

**19. I hvor stor grad er du fornøyd med effekten på varmesystemet?**

*Markér kun én oval.*

- Svært misfornøyd
- Misfornøyd
- Noe misfornøyd
- Ganske fornøyd
- Fornøyd
- Svært fornøyd

**20. Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med oppvarmingsløsningen i følgende rom** *Markér kun én rute per rad*

	Svært misfornøyd	Misfornøyd	Noe misfornøyd	Ganske fornøyd	Fornøyd	Svært fornøyd
Stue/spisestue						
Soverom						
Bad						

**21. Dersom misnøye med oppvarmingsløsningen på soverommet, hva er årsaken?** *Merk av for alt som passer*

- Vanskelig innregulering til ønsket temperatur
- Savner oppvarmingskilde
- Ventilasjonsluften skulle vært kjøligere
- Andre:

**22. Dersom misnøye med oppvarmingsløsningen i stuen/spisestuen, hva er årsaken?** *Merk av for alt som passer*

- Vanskelig innregulering til ønsket temperatur
- Ujevn varme i rommet
- Savner vedovn
- Ville heller hatt gulvvarme
- Andre:.....

**23. Generelle kommentarer om hva som er bra med din bolig:**

**24. Generelle kommentarer om hva som er mindre bra eller dårlig med din bolig:**

**25. Dersom vinduet holdes lukket på soverommet om natten til tider, hva er årsaken? *Merk av for alt som passer***

- Støy utenfra
- Kald luft utenfra
- Støv/pollen utenfra
- Ventilasjonsanlegget gir nok friskluft
- For ikke å slippe ut varmen
- Andre:.....

**26. Dersom vinduet på soverommet holdes åpent om natten til tider, hva er årsaken? *Merk av for alt som passer***

- Av gammel vane
- Ventilasjonsanlegget gir ikke nok friskluft
- Ønsker det kjøligere
- Andre:.....

**27. Hvordan opplever du behovet for å lufte med åpne vindu for å få nok friskluft i boligen? *Markér kun én oval.***

- Svært lavt
- Noe lavt
- Normalt
- Noe høyt
- Svært høyt

## Vedlegg 4

### Skisser og fasader

#### **Eneboliger, Miljøbyen Granåsen. Granås, Trondheim**



(UngEnergi)



(Enova)

#### **Rekkehus, Miljøbyen Granåsen. Granås, Trondheim**



(Norske arkitekters Landsforbund)



(Enova)

#### **Leilighetskompleks Miljøbyen Granåsen. Granås, Trondheim**



(Norske Arkitekters Landsforbund)



**Eneboliger, Grilstad Park. Ranheim, Trondheim**



(Madsø Sveen Arkitekter AS)



(Madsø Sveen Arkitekter AS)

**Rekkehus, Grilstad Park. Ranheim, Trondheim**



(DNBO)



(DNBO)

**Grilstad Park har to ulike leilighetskompleks. Ranheim, Trondheim**



(Heimdal Eiendomsmegling)



(DNBO)



**Eneboliger, Rudshagen borettslag, Mortensrud, Oslo**



(Obos)



(Obos)

**Eneboliger, Stenbråtlia borettslag, Mortensrud, Oslo**



(WK Entreprenør)



(Norske arkitekters landsforbund)