

Utfordringer med å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon

Erfaringsinnhenting fra aktører i bygge- og
eiendomsbransjen

Anders Reinertsen Liaøy

Master i energibruk og energiplanlegging

Innlevert: juni 2015

Hovedveileder: Hans Martin Mathisen, EPT

Medveileder: Knut Ivar Klefsås, GK Norge AS
Knut Ivar Grue, GK Norge AS
Ann Kristin Kvellheim, NTNU / ZEB

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for energi- og prosesseteknikk

EPT-M-2015-70

MASTEROPPGAVE

for

Student Anders Reinertsen Liaøy

Våren 2015

Utfordringer med å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon – Erfaringsinnhenting fra aktører i bygge- og eiendomsbransjen

Challenges to achieve well-functioning energy efficient ventilation - Gathering experience from operators in the construction and property management industry

Bakgrunn og målsetting

Kravene til energibruk i bygninger blir stadig strengere og det er i neste TEK varslet passivhusstandard eller tilsvarende krav til energibruk. På grunn av økende isolasjonstykkelse og bygningstetthet utgjør energibruken til viftedrift en voksende andel av den totale energibruken. For å oppnå lavt energibruk kan løsninger med behovsstyrt ventilasjon være en del av løsningen.

Erfaring viser ofte at nye bygninger designet for lav energibruk bruker mer energi enn planlagt og/eller at innklimaet ikke er tilfredsstillende. Dette kan skyldes flere forhold knyttet ulike ledd, alt fra tidlig planlegging til drift.

Opgavens mål er å avdekke noe av det som bidrar til å redusere bygningers ytelse og å foreslå løsninger for å oppnå flere godt fungerende anlegg. Dette gjøres gjennom intervjuer med aktører på ulike nivå som for eksempel byggeiere, driftsoperatører og prosjekterende ingeniører.

Opgaven bearbeides ut fra følgende punkter

1. Utarbeide metodikk for hvordan undersøkelsen bør utføres
2. Velge hvilke typer aktører som skal inngå (rene fagpersoner på ulike nivå eller også byggeiere). Baseres delvis på innledende intervjuer.
3. Bestemme hvilke typer energieffektiv ventilasjon som skal inngå (ulike typer behovsstyrt ventilasjon eller også andre former for energieffektivisering)
4. Velge ut bygninger/aktører som skal inngå i undersøkelsen
5. Gjennomføre intervjuer, analysere resultater og rapportere

Senest 14 dager etter utlevering av oppgaven skal kandidaten levere/sende instituttet en detaljert fremdrift- og eventuelt forsøksplan for oppgaven til evaluering og eventuelt diskusjon med faglig ansvarlig/veiledere. Detaljer ved eventuell utførelse av dataprogrammer skal avtales nærmere i samråd med faglig ansvarlig.

Besvarelsen redigeres mest mulig som en forskningsrapport med et sammendrag både på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, innholdsfortegnelse etc. Ved utarbeidelsen av teksten skal kandidaten legge vekt på å gjøre teksten oversiktlig og velkrevet. Med henblikk på lesning av besvarelsen er det viktig at de nødvendige henvisninger for korresponderende steder i tekst, tabeller og figurer anføres på begge steder. Ved bedømmelsen legges det stor vekt på at resultatene er grundig bearbeidet, at de oppstilles tabellarisk og/eller grafisk på en oversiktlig måte, og at de er diskutert utførlig.

Alle benyttede kilder, også muntlige opplysninger, skal oppgis på fullstendig måte. For tidsskrifter og bøker oppgis forfatter, tittel, årgang, sidetall og eventuelt figurnummer.

Det forutsettes at kandidaten tar initiativ til og holder nødvendig kontakt med faglærer og veileder(e). Kandidaten skal rette seg etter de reglementer og retningslinjer som gjelder ved alle (andre) fagmiljøer som kandidaten har kontakt med gjennom sin utførelse av oppgaven, samt etter eventuelle pålegg fra Institutt for energi- og prosesssteknikk.

Risikovurdering av kandidatens arbeid skal gjennomføres i henhold til instituttets prosedyrer. Risikovurderingen skal dokumenteres og inngå som del av besvarelsen. Hendelser relatert til kandidatens arbeid med uheldig innvirkning på helse, miljø eller sikkerhet, skal dokumenteres og inngå som en del av besvarelsen. Hvis dokumentasjonen på risikovurderingen utgjør veldig mange sider, leveres den fulle versjonen elektronisk til veileder og et utdrag inkluderes i besvarelsen.

I henhold til ”Utfyllende regler til studieforskriften for teknologistudiet/sivilingeniørstudiet” ved NTNU § 20, forbeholder instituttet seg retten til å benytte alle resultater og data til undervisnings- og forskningsformål, samt til fremtidige publikasjoner.

Besvarelsen leveres digitalt i DAIM. Et faglig sammendrag med oppgavens tittel, kandidatens navn, veileders navn, årstall, instituttnavn, og NTNUs logo og navn, leveres til instituttet som en separat pdf-fil. Etter avtale leveres besvarelse og evt. annet materiale til veileder i digitalt format.

- Arbeid i laboratorium (vannkraftlaboratoriet, strømningsteknisk, varmeteknisk)
- Feltarbeid



Olav Bolland
Instituttleder



Hans Martin Mathisen
Faglig ansvarlig/veileder

Medveiledere:

Knut Ivar Klefsås, GK Norge AS

Knut-Ivar Grue, GK Norge AS

Forord

Denne masteroppgaven i emnet TEP4920 Energibruk og energiplanlegging, er mitt avsluttende arbeide, som en del av min toårige master i teknologi, «Energibruk og energiplanlegging». Oppgaven er gjennomført ved Institutt for energi og prosessteknikk, ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Oppgaven er utarbeidet i samarbeid med GK Norge AS.

Etter utformingen av masterkontrakten har prosjektet blitt tilført en fjerde veileder. Ann Kristin Kvellheim har spesielt veiledet om den kvalitative forskningsmetode og gjennomføring av intervjuer.

Jeg ønsker å takke alle respondentene som har stilt til intervju, samt mine fire veiledere:

- Professor Hans Martin Mathisen, NTNU
- Knut Ivar Klefsås, Avdelingsleder avd. Entreprenør / Prosjektutvikler, GK Norge AS
- Knut Ivar Grue, Produktutvikler, GK Norge AS
- Ann Kristin Kvellheim, doktorgradsstipendiat NTNU / ZEB

Til slutt ønsker jeg å takke mine foreldre Arnt og Anne for all støtte gjennom studietiden.

Trondheim, Juni 2015



Anders Reinertsen Liaøy

Sammendrag

Det stilles stadig strengere krav til energibruk i bygninger. Fra og med 2020 har regjeringen varslet krav om nær nullenergi-nivå. For å klare dette er det helt nødvendig at det benyttes energieffektiv ventilasjon. I bransjen er det en vanlig oppfatning at ventilasjonsanlegg designet for lavt energibruk ofte bruker mer energi enn planlagt og/eller ikke oppnår ønsket inneklime. Formålet med denne masteroppgaven har vært å avdekke noe av det som bidrar til å redusere ytelsen til ventilasjonsanlegg i yrkesbygg. Det fokuseres på anlegg designet for energieffektivitet utover de krav som stilles i Byggteknisk forskrift.

For å belyse problemstillingen er det utført 11 kvalitative intervjuer av kommuneansatte, arkitekter, rådgivere, ventilasjonsentreprenører og leverandører, samt gjennomført et litteraturstudie.

En stor andel av respondentene bekrefter at reduserte ytelser i ventilasjonsanlegg er et reelt problem. Forskning tyder på at bygningers energibruk ofte er høyere enn forventet, men en fellesnevner er at det er lite formålsdelte måledata av god kvalitet tilgjengelig.

Med unntak av arkitektene svarer hele respondentgruppen at mekanisk balansert ventilasjon med behovsstyring er den beste løsningen for yrkesbygg i Norge. Dette underbygges av gjennomgått teori.

Som viktige årsaker til reduserte ytelser i ventilasjonsanlegg vektlegger respondentene spesielt kategoriene tidligfase, avslutningsfase og kompetanse. Problemstillingene i tidligfase er spesielt byggherrers uklare ambisjonsnivå for energieffektivitet, liten investeringsvilje, og at tekniske fag ikke blir inkludert. Igangkjøringsfasen omfatter mangelfull og tidsknapp overtagelse og igangkjøring. Respondentene opplever at hele bransjen er preget av liten kompetanse om energieffektiv ventilasjon og behovsstyring. Spesielt gjelder dette arkitekter, montører, driftsansvarlige, og byggherrer. Byggherrer besitter også ofte liten bestillerkompetanse.

Undersøkelsen viser at ventilasjonsentreprenører har et dårlig rykte, deriblant for å ha fokus på økonomi på bekostning av kvalitet. For rådgivere påpekes spesielt prispress fra ventilasjons- og/eller totalentreprenører. Funnene viser at totalentreprisen medfører en rekke utfordringer, men respondentgruppen er delt på om det bør velges andre modeller. For prosjektprosessen generelt anses godt samarbeid som en viktig nøkkel for suksess. Bruk av ITB-ansvarlig og kontraktsfestet prøvedrift anses som en del av løsningen på en stor andel av de avdekte problemstillingene, og respondentene er samstemte om at dette er en god løsning.

Summary

The requirements for energy efficiency in buildings keep getting stricter. Starting in 2020, the government has announced a demand for all new buildings to be on a near-zero energy level. In order to achieve this goal it is essential that energy-efficient ventilation is utilized. In the industry, there is a common belief that ventilation systems designed for low energy, are often less efficient than planned and/or do not achieve the desired indoor climate. The purpose of this thesis was to uncover some of the causes that lead to reduced performance of ventilation systems in commercial buildings. The scope of the work is on the systems designed for energy efficiency beyond requirements in “Byggeteknisk forskrift”.

To investigate the topic there has been conducted 11 qualitative interviews of municipal employees, architects, advisors, ventilation contractors and suppliers. A corresponding literature study has also been conducted.

The interviews show that reduced benefits in ventilation systems is a genuine problem. In terms of technical solution, all respondents, except the architects, state that mechanical balanced ventilation with demand control is the best solution for commercial buildings in Norway. Reviewed theory supports this statement.

The respondents emphasize, in particular, causes of reduced ventilation performance related to the following categories: The early phase, the commissioning phase and the competence. Main issues in the early phases are especially related to clients' unclear ambitions for energy efficiency, a small willingness to investment, as well as the exclusion of the technical disciplines. The commissioning phase includes inadequate and short acquisition and commissioning. Respondents find that the entire industry is characterized by low competence with respect to efficient ventilation and demand control. This particularly applies to architects, installers, operators, and clients. In addition, clients also often possess low procurement competence.

The study shows that ventilation contractors have a bad reputation, due to their economical focus at the expense of quality. For advisors, one of the biggest issues is economical pressure coming from ventilation and/or general contractors. The findings show that the turnkey contract implies a number of challenges, but the response group disagree on whether other models should be chosen or not. In general, good cooperation is considered an important key to success. The use of a technical integrator and “test operation” is considered to be part of the solution for numerous uncovered issues. Respondents agree that these are good solutions.

INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	VII
SUMMARY	IX
FIGURLISTE.....	XIII
BEGREPSLISTE	XIV
1 INTRODUKSJON.....	1
1.1 PROBLEMSTILLING.....	2
1.2 OMFANG OG DISPONERING AV TID	4
2 METODIKK	5
2.1 LITTERATURSTUDIE.....	6
2.2 KVALITATIV INTERVJUTEKNIKK.....	6
2.3 VALG AV RESPONDENTER.....	8
2.3.1 Innledende intervjuer	10
2.4 INTERVJUGUIDE	11
2.5 ANALYSE OG PRESENTASJON AV RESULTATER	13
2.6 VURDERING AV FUNNENES KVALITET	14
3 ENERGIEFFEKTIV VENTILASJON	17
3.1 ENERGIBRUK TIL VIFTEDRIFT	18
3.2 SAMTIDIGHET.....	19
3.3 VENTILASJONSPRINSIPPER.....	19
3.4 BEREGNET OG MÅLT ENERGIBRUK.....	21
4 PROSJEKTORGANISERING	23
4.1 BYGGEPROSSESSEN	23
4.2 PROSJEKTORGANISASJONEN	25
4.2.1 Totalentreprenører.....	25
4.3 ENTREPRISEFORMER	27
5 VIRKEMIDLER FOR Å OPPNÅ GODT FUNGERENDE ANLEGG	29
5.1 PRØVEDRIFT	29
5.2 ITB-ANSVARLIG	30
6 RESULTATER FRA INTERVJUER.....	31
6.1 DISKUSJON AV PROBLEMSTILLINGEN – ER DET ET REELT PROBLEM?	31
6.2 VENTILASJONSPRINSIPPER.....	33
6.3 UTFORDRINGER KNYTTET TIL ROLLER	35

6.3.1	<i>Byggherrer</i>	35
6.3.2	<i>Prosjekterende</i>	38
6.3.3	<i>Utførende</i>	46
6.3.4	<i>Driftsansvarlige</i>	54
6.4	HVILKE UTFORDRINGER SER RESPONDENTENE PÅ SOM VIKTIGST?.....	57
6.4.1	<i>Tidligfase og byggherre</i>	58
6.4.2	<i>Igangkjøringsfase</i>	59
6.4.3	<i>Kompetanse</i>	61
6.4.4	<i>Andre hovedutfordringer</i>	62
7	DISKUSJON AV MULIGE LØSNINGER	65
8	EVALUERING AV METODE	69
8.1	PÅVIRKES RESULTATENE AV UNDERSØKELSESDESIGNET?.....	70
8.2	SAMSVARER FUNNENE MED VIRKELIGHETEN?.....	71
8.3	OVERFØRBARHET.....	72
9	KONKLUSJON	73
10	VIDERE ARBEID	77
11	REFERANSER	79
	VEDLEGGSLISTE	I
	VEDLEGG A: MAIL TIL INTERVJUOBJEKTER	III
	VEDLEGG B: INFORMASJONSSKRIV	V
	VEDLEGG C: TEMATISK INTERVJUGUIDE	VII

FIGURLISTE

Figur 1: Prosjektprosessen.	23
Figur 2: Handlefrihet i prosjekter.....	24
Figur 3: Arbeidstrinn relatert til ventilasjon.....	24
Figur 4: Hovedutfordringer sortert i kategorier.....	57
Figur 5: Hovedutfordringer tilknyttet tidligfase.....	58
Figur 6: Hovedutfordringer tilknyttet avslutningsfase, igangkjøring og overtagelse	59
Figur 7: Hovedutfordringer tilknyttet kompetanse.....	61
Figur 8: Andre hovedutfordringer	62

Begrepsliste

Generelt

Yrkesbygg	Brukes om alle bygg som ikke er boliger
FDVU	Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling

Ventilasjonsbegreper:

Innreguleringspjeld	Mekanisk pjeld som benyttes til å regulere luftmengder
Behovsstyrt ventilasjon	Ventilasjonsystem der tilført ventilasjonsluftmengde styres automatisk i forhold til aktuelt behov. Omtales også som DCV, Demand Controlled Ventilation (Mysen and Schild, 2013a)
DCV-spjeld	Motoriserte pjeld med automatikk for struping og innebygd måling av luftmengde eller trykkfall. DCV-spjeld mottar signal fra sensor som omregnes til et luftmengdebehov (Mysen and Schild, 2013a)
SD-anlegg	Anlegg for sentral driftskontroll
SFP	Spesifikk vifteeffekt. Fra engelsk: Specific Fan Power
Mixed mode ventilation	Ventilasjons teknisk løsning som kombinerer to separate system med naturlig og mekanisk ventilasjon.

Prosjektorganisering:

Montør	I denne rapporten omtales alle som utfører montasje på byggeplass som montører.
Bestillerkompetanse	Bestillerkompetanse kan defineres som den kompetansen som kreves for å legge til rette for, skaffe og følge opp de ressursene som er nødvendige for å gjennomføre et byggeprosjekt (Hellberg, 2014).
Igangkjøringsfase	Forfatteren har benyttet begrepet som en samlebetegnelse for overlevering, igangkjøring og tilhørende funksjonskontroll. Langseth et al. (2011) beskriver igangkjøringsperioden som en periode på ett til to år etter at et bygg tas i bruk.

Undersøkelser:

Respondent	Personer som har direkte kjennskap til et fenomen, har deltatt i en hendelse eller er medlem av en spesifikk gruppe (Jacobsen, 2005, s.171).
Transkribering	Overføring fra tale til skrift
Metodetriangulering	Kombinasjon av ulike metoder. Ofte brukt om kombinasjon av kvalitative og kvantitative undersøkelser (Jacobsen, 2005, s.229)
Validitet	Gyldighet (Jacobsen, 2005)
Relabilitet	Pålitelighet (Jacobsen, 2005)

1 Introduksjon

Energiknapphet, global oppvarming, forskrifter og standarder, miljøklassifiseringsverktøy og økonomi, er noen av motivasjonsfaktorene for å spare energi.

Selv om Norges energiproduksjon er 98 prosent fornybar, selges store mengder av denne energien til andre land via opprinnelsesgarantier. Norges vassdrags- og energidirektorat oppgir i varedeklarasjonen for elektrisitet at kun 13 prosent er fornybar (NVE, 2014). I denne oppgaven legges NVEs varedeklarasjon til grunn, noe som tilsier at det er miljøgevinster ved å benytte effektiv ventilasjon med lavt strømforbruk. Dersom Norges energibruk ikke sees på som et lukket system, men som en del av Europas og verdens energibruk, vil en kWh spart i Norge kunne erstatte en kWh av fossil energi i andre deler av verden.

Energibruk i bygninger utgjør 40 prosent av totalt landbasert energibruk i Norge og klimatisering av bygninger er en spesielt energiintensiv prosess (Novakovic et al., 2007, s.12). For å sørge for en fremtidig lav energibruk i bygningsmassen, har norske myndigheter gjennom Klimameldingen annonsert forskriftskrav for nybygg på nesten-nullenerginivå fra 2020 (Miljøverndepartementet, 2012).

Denne masteroppgaven bygger videre på forfatterens erfaringer fra fordypningsprosjekt, i emnet «TEP4560 - Energibruk og energiplanlegging - Varmeenergi, fordypningsprosjekt», utført høsten 2014. I denne oppgaven ble det sett på komplette løsninger på markedet for behovsstyrt ventilasjon med ulike former for optimalisering for lavt energibruk til viftedrift. Utover oppgavens problemstilling ble det gjennom samtaler med veiledere og intervjuer av nøkkelpersoner i bransjen, avdekket flere utfordringer knyttet til utstrakt bruk av behovsstyrt ventilasjon. Intervjuobjektene uttrykte at bransjen i mange prosjekter opplever problematikk som høyere energibruk enn forventet, store temperaturavvik, trykkproblematikk og feil på komponenter. Som årsaker til disse problemene ble det blant annet pekt på for mange komponenter, for lav målenøyaktighet, dårlig montasje og dårlig idriftsettelse. I denne oppgaven belyses utfordringer med å oppnå godt fungerende ventilasjon nærmere.

I oppgaven tas det med bakgrunn i uttalelser fra flere veiledere utgangspunkt i følgende ubegrunnede utsagn: «Erfaringer viser at nye bygninger designet for lav energibruk bruker mer energi enn planlagt og/eller at inneklimate ikke er tilfredsstillende».

Det finnes lite forskning og data som underbygger denne påstanden, men det er gjort flere studier som tyder på at påstanden innebærer en grad av sannhet. Disse studiene presenteres i

kapittel 0. Intervjuene gjennomført i forbindelse med denne masteroppgaven viser at dette er et faktisk problem, men ikke hvor ofte det forekommer. Syv av de 10 intervjuede bekrefter påstanden. Hva respondentene mener om påstanden belyses i kapittel 6.1. Uavhengig av om denne påstanden er sann eller ikke, vil det alltid være et forbedringspotensial og funnene vil følgelig være aktuelle.

1.1 Problemstilling

Problemstillinger kan inndeles i to typer, testende og eksplorerende. Testende problemstillinger har til hensikt å undersøke rekkevidden eller omfanget av et problem. Dersom problemets karakter i seg selv er ukjent benyttes eksplorerende problemstillinger. Denne problemstillingen er i all hovedsak eksplorerende, som vil si at den har til hensikt å undersøke et tema vi vet lite om (Jacobsen, 2005, s.61).

Formålet med denne rapporten er å avdekke noe av det som bidrar til å redusere ytelsen til ventilasjonsanlegg designet for lavt energibruk, samt diskutere mulige løsninger for å oppnå flere godt fungerende anlegg. Følgende problemstillinger belyses spesielt:

1. Hva bidrar til å redusere energieffektive ventilasjonsløsningers ytelser?
 - a. Hvilke problemstillinger er tilknyttet ulike aktører i byggeprosjekter?
 - b. Hvilke problemstillinger anses som de viktigste årsakene til reduserte ytelser?
2. Hvordan oppnå flere godt fungerende energieffektive anlegg?

For å besvare hvilke prinsipielle tekniske løsninger som er mest aktuelle, er dette også inkludert som en del av undersøkelsen. Intervjuene og funnene fra disse anses som den viktigste delen av rapporten. Det teoretiske grunnlaget i rapporten fokuserer i hovedsak på metode. All teori som omhandler annet enn intervjueteknikk er utført kort og konsist, kun for å gi leseren en forståelse av innholdet.

Avgrensning

Geografisk begrenser oppgaven seg naturlig til å gjelde de bygg som belyses av respondentene. Ettersom alle respondentene arbeider i det norske markedet, er deres erfaringer hovedsakelig knyttet til byggeprosjekter herfra. Det fokuseres derfor på ventilasjon i Norge i denne rapporten. Med energieffektive bygg menes byggeprosjekter der det er ambisjoner utover de krav som stilles i Teknisk forskrift. Oppgaven avgrenses til å gjelde yrkesbygg. Med dette menes alle bygg som ikke er boliger.

Energieffektiv ventilasjon kan føre til spart energi både til luftbehandling, som oppvarming, kjøling og befukning, samt til drift av systemene og transport av luft. I denne oppgaven

fokuseres det på den delen av energien som brukes til viftedrift og fordeling av luften mellom soner.

Målgruppe

Målgruppen for rapporten er personer som jobber innen byggebransjen, inklusive veiledere og respondenter, samt andre studenter. Rapporten egner seg spesielt godt til å gi personer som er nye i bransjen en innføring i utfordringer knyttet til å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon.

Leseren forventes å ha basiskunnskap om inneklima og ventilasjon.

Behandling av personopplysninger

Personvernombudet for forskning (NSD) oppgir på sine nettsider at prosjekter som behandler personopplysninger er lovpålagt å meldes inn. Personopplysninger i denne oppgaven er opplysninger og vurderinger som kan knyttes direkte til navn, eller indirekte via en kombinasjon av bakgrunnsopplysninger. Prosjektet er meldepliktig dersom personopplysninger skal behandles ved hjelp av datamaskinbasert utstyr.

NTNU har utnevnt NSD som sitt personvernombud, og forskere og studenter ved institusjonen skal derfor melde sine forskningsprosjekter til NSD dersom meldeplikten utløses. Dette prosjektet er meldt inn og på bakgrunn av registrert informasjon har NSD generert et informasjonsskriv. Dette skrivet er overlevert og gjennomgått muntlig i begynnelsen av hvert intervju. Informasjonsskrivet ligger vedlagt i vedlegg B.

I informasjonsskrivet er det beskrevet at lydopptak og all transkriberte data slettes ved prosjektets slutt. For å kunne ta vare på rådata til ettertid, stilles det krav til anonymisering av alt innhold, noe som av praktiske årsaker ikke er gjort i dette prosjektet. Dette er besluttet i samråd med hovedveileder. Videre arbeid må derfor baseres på funnene presentert i denne rapporten. Begrunnelsen for denne beslutningen er at dette ivaretar personvern, samt at data fra intervjuer er kontekstuelle og vil kunne forstås annerledes av utenforstående personer, som ikke var til stede under selve intervjusituasjonen.

1.2 Omfang og disponering av tid

Gjennomføring og behandling av intervjuer er en tidkrevende prosess og det totale omfanget av arbeidet med intervjuene har vært stort. Dette arbeidet utgjør den klart største arbeidsmengden i prosjektet.

I forkant av hvert intervju må det opprettes kontakt og avtales tid og sted for gjennomføringen av intervjuet. Kontakt med utvalgte respondenter er opprettet per mail. Med unntak av små variasjoner, er det anvendt en standardisert mail som ligger vedlagt i vedlegg A. I de tilfellene at svar har uteblitt, er respondentene oppringt.

I arbeidet med prosjektet er det i utgangspunktet gjennomført 11 intervjuer, hvorav ett har blitt vurdert overflødig og forkastet, som beskrevet nærmere i kapittel 0. Varigheten på intervjuene har variert fra 55 til 75 minutter, de fleste like i overkant av en time. I forbindelse med hvert intervju er det gjort forberedelser med tilpassing av intervjuguide til det enkelte intervjuobjekts rolle.

Alle intervjuene er gjennomført ved de respektive intervjuobjektens kontorsted, derav fire med lokasjon i Oslo-området. Av praktiske årsaker er intervjuene i Oslo gjennomført fordelt over tre reiser til Oslo.

Samtlige 11 lydopptak er transkribert i Word, det vil si overført fra tale til skrift, og utgjør i snitt 13 sider hver. Intervjuobjektene er eksperter i sine respektive fagfelt, noe som gjør lydopptakene informasjonstette, og det har derfor vært nødvendig å spille av deler av transkripsjonene om igjen for å fange opp alt av relevant informasjon. Hver transkripsjon estimeres til å ha tatt fire timers effektivt arbeid. Fordi transkriberingen er et meget konsentrasjonskrevende arbeid, har det vært nødvendig med jevnlig pauser underveis, slik at den medgåtte tiden totalt har vært lengre.

Hvordan intervjuobjektene er valgt ut forklares nærmere i kapittel 0. De 10 transkripsjonene, bestående av totalt 134 tettskrevne sider, er kategorisert i et Excel-ark. Hva kategorisering innebærer, forklares i kapittel 2.5. Arbeidet med å kategorisere intervjuene antas å ha tatt fire effektive arbeidstimer per intervju.

2 Metodikk

I dette kapitlet beskrives forskningsdesignet for arbeidet med denne masteroppgaven. Det fokuseres på den valgte metoden, sett i sammenheng med alternative metoder. Dag Ingvar Jacobsen (2005, s. 24-42) gjennomgår i boken «Hvordan gjennomføre undersøkelser?» ulike problemstillinger knyttet til valg av metode. I dette kapitlet diskuteres flere av problemstillingene som Jacobsen (2005) tar opp.

For å undersøke virkeligheten skilles det mellom to kjente strategier. Den ene strategien er induktiv metode og er den som er anvendt i denne masteroppgaven. I denne metoden begynner forskeren med å samle inn relevant informasjon, før han eller hun deretter systematiserer dataene og forsøker å se sammenhenger, altså går fra empiri til teori. Med denne metoden angriper forskeren problemstillingen med et mest mulig åpent sinn og samler inn data med færrest mulig begrensninger (Jacobsen, 2005, s.29).

Deduktiv tilnærming er alternativet til induktiv tilnærming. Her danner forskeren seg en forventning til hvordan virkeligheten er, på bakgrunn av tidligere empiriske funn og teorier. Kritikken av denne tilnærmingen er at forskeren, ved å danne seg konkrete forventninger, begrenser informasjonstilgangen og kan risikere at viktig informasjon blir oversett. (Jacobsen, 2005, s.28). Formålet med denne masteroppgaven er å skaffe en oversikt over utfordringer knyttet til ventilasjon i byggeprosjekter, som anses som en kompleks prosess med mange roller, faser og et komplekst samspill. Problemstillingen innebærer at noen utfordringer kan være kjent, mens andre ikke. På bakgrunn av dette vurderes induktiv metode som den best egnede til denne oppgaven.

Formålet med denne oppgaven er å skaffe et helhetsbilde av hvor utfordringer ligger i byggeprosjekter, samt å foreslå og diskutere mulige løsninger på disse utfordringene. Byggeprosjekter er store og kompliserte prosesser, og målet med denne forskningen er å øke forståelsen for utfordringer i en helhet, heller enn å kvantifisere hver enkelt utfordring. Til dette er et induktivt forskningsdesign velegnet. Med bakgrunn i formålet med oppgaven og forskningsdesignet, velges en kvalitativ metode, i kombinasjon med et litteraturstudie for å underbygge funnene som gjøres.

Jacobsen (2005, s.229) omtaler en kombinasjon av ulike metoder som metodetriangulering. Den vanligste måten å triangulere på er ved å benytte en kombinasjon av kvalitative og

kvantitative undersøkelser, men kombinasjonen av litteraturstudie og kvalitative undersøkelser er også knyttet til metodetriangulering.

De valgte metodene er altså:

- Litteraturstudie
- Kvalitative intervju

Metodene utdypes i kapittel 2.1 og 2.2.

2.1 Litteraturstudie

Det er gjennomført litteratursøk etter to typer litteratur:

- Relevant teori for å gi leseren nødvendig informasjon om grunnlaget for oppgaven, samt forklare de ulike tema som tas opp. Teorien består i all hovedsak av stoff fra lærebøker, tidsskrifter og annen relevant litteratur. NTNU Bibsys er anvendt for å finne teori i form av lærebøker.
- Relevant forskning / State of the art. Dette skal gi en presentasjon av hva som er gjort tidligere av forskning og hvilke funn som er gjort relatert til denne oppgavens problemstilling. Denne informasjonen er innhentet ved hjelp av søkemotorer som Scopus, Science Direct og Google Scholar.

2.2 Kvalitativ intervjueteknikk

Det kvalitative forskningsintervjuet skiller seg fra det kvantitative, ved at kunnskapen innhentes gjennom mer eller mindre åpne samtaler, heller enn gjennom fastsatte spørsmål med svaralternativer. Intervjuobjektet oppfordres til å utdype og forklare sine meninger og målet er mest mulig nyanserte beskrivelser av virkeligheten, slik intervjuobjektet opplever den. Det kvalitative intervjuet søker meningsskaping og ikke kvantifisering i form av tall. Mens kvantitative intervjuer gir eksakte målinger, gir kvalitative intervjuer presise beskrivelser. (Kvale et al., 2009, s.49). Litt enkelt formulert omhandler kvalitative metoder «hva slags», mens kvantitative metoder omhandler «hvor mye av en slags» (Kvale et al., 2009, s.132).

I kapittel 1.1 forklares det at oppgavens problemstilling er eksplorerende. Denne typen problemstilling medfører at det må velges en metode som går i dybden og finner nyanserte data, samt er åpen for uventede funn. For å gjøre dette er det nødvendig å arbeide med få enheter, og til dette egner den kvalitative metoden seg godt (Jacobsen, 2005 s.62).

Jacobsen (2005, s.135) konkluderer med at idealet for undersøkelser er en kombinasjon av ulike tilnærminger. Kvalitative og kvantitative metoder kan hver for seg utfylle hverandre, men én og samme undersøkelse kan også kombinere de to metodene, for eksempel ved at intervjuene

inneholder enkelte standardiserte spørsmål. Intervjuguiden brukt i denne oppgaven inneholder åpne spørsmål, etterfulgt av en gjennomgang av alle relevante tema, deriblant de ulike fasene og rollene i byggeprosjekter. Dette gir et grunnlag for å kvantifisere funnene innad i utvalget, siden alle intervjuobjektene har fått de samme spørsmålene. Resultatene sier også noe om virkeligheten i bransjen som helhet, men kvantifiseringene gjelder kun dette nivået, altså innad i det spesifikke utvalget.

I alle undersøkelser må det antas at flere faktorer, forhold og informasjon ikke fanges opp gjennom arbeidet med intervjuene. Dette gjør at resultatene alltid vil være påvirket av den som gjennomfører undersøkelsen. Jacobsen (2005, s.38) beskriver dette på følgende måte.

«Uansett hvor åpen forskere forsøker å være, vil de ikke klare å få med seg alt som skjer i et intervju»

Jacobsen (2005, s.41) tar utgangspunkt i at kvalitative og kvantitative metoder prinsipielt ikke er forskjellige, men at begge er metoder for å samle inn empiri, som egner seg i forskjellige sammenhenger. Denne grunnleggende antagelsen utdyper Jacobsen videre med følgende sitat.

«(...) kvalitative og kvantitative tilnærminger, prinsipielt sett, ikke står i et konkurrerende, men et komplementært forhold til hverandre. Sjelden kan den ene av de to tilnærmingene erstatte den andre. Svært ofte kan de gjensidig supplere hverandre.

Ikke sjelden må vi imidlertid velge mellom kvalitative og kvantitative data. Det er et utgangspunkt for meg at dette valget ikke er av prinsipiell, men av strategisk karakter. Ingen av de to datatypene er prinsipielt bedre enn den andre, og ingen av dem er prinsipielt mer vitenskapelig enn den andre. Hvilken av dem som er mest fruktbar i forbindelse med et konkret forskningsopplegg, avhenger i første rekke av den spesielle problemstilling som skal belyses.»

Fenomenet som undersøkes i denne oppgaven kan ha mange årsaker, som vanskelig kan kartlegges gjennom et fastsatt spørreskjema og med et passende utvalg respondenter. For å belyse problemstillingen, ansees den kvalitative metoden, med intervjuer, som mest praktisk og best egnet, og er derfor valgt.

2.3 Valg av respondenter

I kvalitative undersøkelser er det en grunnleggende utfordring at arbeidet ofte er begrenset av tid og at forskeren sjelden kan benytte seg av alle ønskelige respondenter. Utvalget av respondenter som benyttes har stor betydning for påliteligheten og troverdigheten til forskningen (Jacobsen, 2005, s.170).

Intervjuobjektene som er valgt benyttet i denne undersøkelsen har alle mer eller mindre kjennskap til energieffektiv ventilasjon og deltar i byggeprosjekter med valg av løsninger, som direkte eller indirekte påvirker ventilasjonen. Med unntak av arkitektene, er ventilasjon en del av det daglige virke til alle respondentene. Arkitektene jobber i det daglige mer indirekte med ventilasjon, ved at byggenes utforming også påvirker de ventilasjonstekniske løsningene og anleggets energieffektivitet.

Mens det for kvantitative intervjuer er viktig med et stort utvalg, anvendes det et mindre utvalg for kvalitative intervjuer. Jacobsen (2005, s.171) setter med bakgrunn i tidskrevende datainnsamling og informasjonsrike data til analyse, en øvre grense på 20 respondenter. Bente Halkier uttaler til Videnskap.dk at hvis forskeren er systematisk i utvalget, er det sjeldent fruktbart å intervju mer enn åtte personer (Hoffman, 2013). På bakgrunn av at mange ulike roller kan ha ulik og interessant informasjon om problemstillingen ønskes det å dekke et høyt antall roller. Med bakgrunn i dette velges det to intervjuobjekter per rolle-gruppe, og fem forskjellige roller. Totalt utgjør dette 10 respondenter.

Intervjuobjektene er utvalgt med bakgrunn i anbefalinger fra veiledere, samt leting etter publikasjoner og erfaringer gjennom ulike søkemotorer og LinkedIn. Det ble anbefalt 42 personer fra de ulike rollene. Spesielt overrepresentert var anbefalingene av personer i rådgivende ingeniør-firmaer. Med bakgrunn i ett bakgrunns-søk på de mulige intervjuobjektene og sammenligning av de fire veiledernes anbefalinger, er det gjort et utvalg på 10 personer som antas å kunne belyse problemstillingen godt.

Noen av respondentene frafalt på grunn av vanskeligheter med organisering av møte, eller på grunn av travelhet. Av de kontaktede, falt kun to personer i fra og disse har blitt erstattet. Som det beskrives i kapittel 0 er ett intervju vurdert overflødig for å belyse problemstillingen og derfor erstattet.

Det er valgt ut to respondenter fra kommuner, fordi de antas å ha god kunnskap om hele prosjektprosessen. Kommunene besitter ofte flere roller innad i hvert enkelt byggeprosjekt og er involvert fra starten, gjerne som byggherre, og til sist, som drifter av anlegget. Trondheim

og Drammen kommune er utvalgt fordi disse sees på som foregangskommuner i Norge, med høyt fokus på energieffektiv ventilasjon.

Det er valgt å intervju to arkitekter fordi de er med i tidlig fase, hvor de tar mange valg som får stor betydning for ventilasjon. Arkitektene er utvalgt på bakgrunn av anbefalinger fra veiledere og antatt stor interesse for ventilasjon.

Det er utvalgt to rådgivere, to entreprenører og to leverandører, fordi disse er inne i prosjektene og jobber direkte med ventilasjon. Leverandørene er inkludert på bakgrunn av anbefalinger og en antagelse om at de innehar mye kunnskap, som spesielt benyttes av ventilasjonsentreprenører i prosjekter.

De utvalgte respondentene som har deltatt i undersøkelsen er listet opp under.

1. Kommune 1: Seemi Lintorp, fagansvarlig VVS, Trondheim Eiendom
2. Kommune 2: Geir Andersen, teknisk leder, Drammen Eiendom KF
3. Arkitekt 1: Svend Johnny Breiby, sivilarkitekt mnal, Agraff AS
4. Arkitekt 2: Nina Kielland, arkitekt mnal / teamleder, Per Knudsen Arkitektkontor AS
5. Rådgiver 1: Sylvia Skar, energi- og miljørådgiver, seksjon energidesign og –analyse, Norconsult AS
6. Rådgiver 2: Frode Holthe, seksjonsleder VVS, Rambøll Norge AS
7. Entreprenør 1: Egil Sørensen, leder forbedring / prosessutvikling, GK Norge AS
8. Entreprenør 2: Jens Petter Burud, teknologi- og utviklingsdirektør, Caverion Norge AS
9. Leverandør 1: Sturla Ingebrigtsen, markedssjef, Systemair AS
10. Leverandør 2: Tore Stenbråten, produktutviklingssjef, Trox Auranor Norge AS

2.3.1 Innledende intervjuer

Ettersom problemstillingen er av en åpen karakter, er det utført to intervjuer som fungerer som innledende til de resterende intervjuene. De to første intervjuene er gjort av to respondenter som har lang fartstid i bransjen og som antas å ha god oversikt over byggebransjen. Begge er ansatte i to store kommuner, som har de fordeler som omtales tidligere i kapittel 0. Funnene i disse intervjuene utvider forfatterens kunnskap om problemstillingen, hvilket gir et bedre grunnlag for å velge ut resterende intervjuobjekter.

Respondentene brukt i de innledende intervjuene er:

- Geir Andersen, teknisk leder, Drammen Eiendom KF
- Rolf Erik Hoaas, energi- og inneklimateknisk rådgiver, Trondheim Kommune, Miljøenheten

Intervjuguiden brukt til de innledende intervjuene, er i stor grad identisk med den som presenteres i kapittel 2.4. Dette med hensikt for at de innledende intervjuene også kan brukes videre til analysen, på lik linje med de påfølgende intervjuene.

Begge intervjuobjektene bekrefter at mange ventilasjonsanlegg, som har til hensikt å være energieffektive, ikke fungerer som tiltenkt. I forhold til problemstillingen nevner begge intervjuobjektene et vidt spekter av utfordringer, der flere gjelder utfordringer med prosesser og roller, heller enn teknikk. Dette har bidratt til at intervjuguiden inneholder få spørsmål om tekniske løsninger.

På spørsmål om hvor den største problematikken ligger, svarer Rolf Erik Hoaas at det gjelder tidlig fase og på slutten, da spesielt i forhold til overlevering. Han trekker spesielt fram høyt tidspress som en viktig faktor. Geir Andersen trekker fram kompetansenivået på behovsstyring, både i forhold til det å planlegge anlegg, bygge og drifte. Andersen trekker også fram gjennomføringen som en av de viktigste utfordringene, i forhold til dårlig håndverksmessig utførelse og oppfølging, men at dette hovedsakelig skyldes en for dårlig jobb av entreprenører og eventuelle rådgivere.

Samtaler med veiledere, samt de innledende intervjuene, har avdekket at mye av hovedproblematikken ligger helt i startfasen, i design-fasen. I denne fasen er det først og fremst arkitekten og byggherren som er bidragsyttere. Med bakgrunn i dette funnet, og at bygningers utforming alltid er vesentlig for å oppnå god ventilasjon, både med hybrid-, naturlig og balansert mekanisk ventilasjon, er det valgt å intervju to arkitekter. Byggherren er en viktig premissgiver i tidlig fase, samt den som bestemmer hva som skal bygges. Byggherrenes ståsted er til dels

dekket gjennom intervjuer med Trondheim Eiendom og Drammen Eiendom, der begge intervjuobjektene har nær tilknytning til det å være byggherre.

Rolf Erik Hoaas henviser til at Trondheim Eiendom har bedre mulighet til å besvare spørsmålene som stilles. Hoaas henviser til Seemi Lintorp, som sitter mye tettere på problemene og kan uttale seg om hvor de største utfordringene ligger. Med bakgrunn i dette er intervjuet med Rolf Erik Hoaas kun brukt til å utvide intervjuerens forståelse av problemstillingen og til å planlegge videre arbeid og intervjuer. Intervjuet er ikke brukt videre i analyser og presentasjon av resultater.

2.4 Intervjuguide

Kvalitative intervjuer kan med fordel være noe strukturerte. Jacobsen (2005 s.145) anbefaler at det utarbeides en oversikt over temaene som skal belyses i intervjuet, en såkalt intervjuguide. Denne sikrer at alle viktige tema som intervjueren ønsker å undersøke, blir besvart. Intervjuguiden brukt i intervjuene utført i denne oppgaven, har en strategisk utforming, med en strukturert gjennomføring med forberedte spørsmål. Spørsmålene er i stor grad åpne, i den forstand at de ikke har svaralternativer, men også i den forstand at de legger lite føringer og begrensninger på respondenten. Intervjuguiden er vedlagt i vedlegg C.

Til å begynne med avklares det at intervjuobjektet er kjent med temaet for intervjuet og om intervjuobjektet tillater lydopptaker. Deretter åpnes intervjuet med enkle spørsmål om stilling, bakgrunn og i hvilken grad bedriften arbeider med prosjekter der det er et fokus på energieffektiv ventilasjon. Hensikten med disse spørsmålene er både å bekrefte innhentet informasjon om intervjuobjektet, men også å «varme opp» intervjusituasjonen og forberede intervjuobjektet på hovedspørsmålene.

Etter de innledende spørsmålene kommer noen spørsmål om tekniske løsninger. Først blir det stilt ett veldig åpent spørsmål om hvilke løsninger for energieffektiv ventilasjon som brukes i Norge i dag, i deres bedrift og i hvilke utbredelser. Deretter blir ulike aktuelle tekniske løsninger nevnt, både de tatt opp av respondenten og de som intervjueren kjenner til. Disse er:

- Behovsstyring på rom/sone-nivå, typisk med DCV-spjeld eller aktive ventiler
- Hybrid ventilasjon / Mixed mode
- Naturlig ventilasjon

Gjennomgående i intervjuguiden er at det først stilles åpne spørsmål for å sikre at respondentene får uttalt seg før de eventuelt blir farget av spørsmålenes utforming. Deretter gjennomgås ulike mer spesifikke tema.

Intervjuobjektene blir spurt om de kan bekrefte antagelsen i problemstillingen om at mange anlegg som har til hensikt å være energieffektive, bruker mer energi, eller oppnår et dårligere inneklima, enn tiltenkt. Videre blir respondentene spurt om hvilke virkninger de ser som følger av utfordringer knyttet til å oppnå godt fungerende ventilasjon. Her belyses hvordan det avdekkes at anlegg ikke er så energieffektive, eller har det inneklimaet som var tiltenkt.

Intervjuobjektene blir stilt et veldig åpent spørsmål om hva som er årsakene til at man får de nevnte virkningene - hva de egentlige problemene er. Etter dette gjennomgås alle relevante faser og roller i byggeprosjekter. Denne utformingen gjør at noen svar blir gjentatt, men også at respondenten i første omgang får gjøre seg opp en mening, uten å bli påvirket av fasene og rollene som gjennomgås etterpå.

Etter at all problematikken er gjennomgått og diskutert, blir respondentene bedt om å velge ut to til tre hoved-utfordringer, som fører til at anlegg ikke yter så energieffektivt, eller oppnår det inneklimaet, som var tiltenkt.

Etter at problemene er diskutert, går intervjuet over på løsninger. I første omgang bes respondentene om å beskrive hva som karakteriserer de prosjektene der det oppnås lavt energibruk og godt inneklima, slik det var tiltenkt. Deretter gjennomgås mulige løsninger på de spesifikke utfordringene som respondenten selv har trukket fram.

Avslutningsvis gjennomgås følgende relevante tema.

- Prøvedrift
- ITB-ansvarlig
- Entreprisereform, hvis ikke tidligere kommet inn på

I intervjuene er det stilt spørsmål som intervjueren tenker at kan være relevant for å belyse problemstillingen. Kun de spørsmålene som har gitt de største og mest interessante funnene, presenteres og diskuteres i denne rapporten.

Når intervjuguiden er gjennomgått, tar intervjueren opp ulike tema som krever ytterligere presiseringer. Underveis i intervjuene stilles oppfølgingsspørsmål der det er nødvendig.

2.5 Analyse og presentasjon av resultater

For å kunne trekke ut fornuftige resultater fra de 10 transkripsjonene er det nødvendig å systematisere og forenkle innholdet. I arbeidet med å bearbeide transkripsjonene er det gjort en innholdsanalyse. Denne analyseformen tar utgangspunkt i at respondentenes uttalelser kan sorteres i et sett med ulike tema, altså kategoriseres. Kategoriene brukt i analysen er i stor grad lik de ulike tema som intervjuguiden gjennomgår. Disse kategoriene er satt opp i et Excel-ark, med ulike tema nedover og respondentene bortover. Hver enkelt transkripsjon er gått gjennom og all relevant informasjon er limt inn i de aktuelle kategoriene. Denne kategoriseringen danner utgangspunktet for å trekke ut sammenhenger, ved at alle intervjuobjektens uttalelser knyttet til et tema, enkelt kan sammenlignes. For hver kategori som forfatteren har analysert, er samtlige sitater tatt ut av Excel-arket og limt inn i et Word-dokument. Deretter er hvert enkelt utsagn sortert i kapitler, etter hvilke problemstillinger de underbygger. Hver utsagn er knyttet sammen med navnet på respondenten, slik at forfatteren enkelt kan analysere hvilke rollegrupper som har påpekt de ulike poengene.

Funnene gjort i analysen presenteres i kapittel 6. Det fokuseres på de funnene som påpekes av et større antall respondenter. utfordringer som kun påpekes av en enkelt respondent kan være viktige, men kan også være et resultat av denne personens spesifikke erfaringer, og i så måte ikke nødvendigvis være gjeldende for en større del av bransjen. Dersom begge respondentene fra samme rolle påpeker en utfordring, inkluderes det i resultatene.

Samtlige respondenter har akseptert at deres navn blir knyttet til informasjonen de har oppgitt. Likevel anonymiseres utsagnene til en viss grad, ved at det hovedsakelig oppgis hvilken rolle som har uttalt noe og ikke nøyaktig hva som har blitt sagt. Dette gjøres for å rette fokuset til leseren mot funnene, heller enn hvem som har sagt hva. Kun der det er relevant å benytte sitater for å underbygge ett funn eller ta opp ett viktig poeng som ikke kommer fram på annen måte, er det gjort direkte sitater. I alle tilfeller der det er brukt direkte sitater, har intervjuobjektet godkjent dette spesifikt. Som omtalt i kapittel 1.1 slettes all rådata og transkribert tekst ved prosjektets slutt.

2.6 Vurdering av funnenes kvalitet

Når en forsker gjennomfører undersøkelser er det viktig å forsøke å oppnå konklusjoner med størst mulig grad av gyldighet og pålitelighet. Dette medfører at funnene er gyldige for den problemstillingen som undersøkes, og at de er til å stole på. For å vurdere kvaliteten på innsamlet data og konklusjoner, er det viktig at forskeren utfører en kritisk drøfting av gyldighet og pålitelighet (Jacobsen, 2005). Hva slike tester omfatter er forklart i påfølgende underkapitler. Gyldighet og pålitelighet for denne undersøkelsen er diskutert i kapittel 0.

Jacobsen (2005, s.214) skiller på intern gyldighet, ekstern gyldighet og pålitelighet for undersøkelser. Hva disse begrepene innebærer er forklart i påfølgende delkapitler.

Intern gyldighet

Intern gyldighet betyr hvor vidt funnene i en undersøkelse er riktig. For kvalitative undersøkelser medfører dette spesielt å undersøke om fenomener oppfattes og beskrives riktig.

Testing av intern gyldighet omtales som validering, og kan utføres ved at forskeren selv kritisk gjennomgår egne resultater og/eller ved å kontrollere funnene mot andre. En måte å validere funn på, er ved å konfrontere intervjuobjekter med viktige funn og konklusjoner, og be dem vurdere om de kjenner seg igjen og er enige. I kvalitative undersøkelser er forskerens oppgave å avdekke forhold som ikke i utgangspunktet nødvendigvis er kjent for respondentene og forskeren selv. Dermed kan et funn eller en konklusjon være gyldig, selv om noen respondenter ikke kjenner seg igjen (Jacobsen, 2005, s.215).

En annen måte å vurdere gyldighet på, er ved å kontrollere konklusjonen opp mot annen forskning. Dersom konklusjonen stemmer overens med andre undersøkelser, er gyldigheten styrket. Hvis undersøkelser som har brukt ulike metoder kommer fram til samme konklusjon, vil dette styrke validiteten ytterligere. En slik kontroll er knyttet opp mot metodetriangulering.

Det er også nødvendig å gjøre en kritisk vurdering av kilder, deriblant vurdere hvilken grad av kunnskap kildene har, nærhet til fenomenene som ønskes belyst, i hvilken grad de har motiver for å lyve, om de er uavhengige av hverandre og om de får uttale seg uoppfordret.

For å vurdere analysen forskeren har gjort av dataene, bør de anvendte kategoriene vurderes. En mulighet er at ulike forskere gjennomfører en kategorisering av dataene. For denne masteroppgaven er dette vurdert som for tidkrevende, og en ekstern ressurs for å gjennomføre en slik kategorisering har ikke vært tilgjengelig.

Et av målene med denne oppgaven er å vurdere sammenhenger og forklare hvorfor et fenomen oppstår. Dette innebærer ofte at forskeren ser at et fenomen kan forklare et annet. Validering

av slike sammenhenger er vanskelig og krever at forskeren stiller kritiske spørsmål. For denne rapporten er det i slike tilfeller påpekt at dette er forfatterens synspunkt, for å skille vurderingene fra faktisk funn.

Ekstern gyldighet

Et annet ord for ekstern gyldighet er overførbarhet. Dette omfatter i hvilken grad funnene fra en undersøkelse kan generaliseres til å gjelde i en større sammenheng. Jacobsen (2005, s.222) skiller mellom to former for generalisering:

- Fra empiri til teori
- Fra utvalg til populasjon

Den første metoden går ut på å generalisere funnene fra et lite utvalg respondenter, til et teoretisk nivå. Dette er den metoden som er mest relevant for kvalitative metoder, som omtalt i kapittel 2.2. Den andre metoden går ut på å generalisere hvor ofte et fenomen forekommer i en større populasjon. En slik generalisering er vanskelig for kvalitative undersøkelser, fordi det ofte benyttes et lite utvalg, og at respondentene er valgt ut for et spesifikt formål. Likevel vil en forsker også i kvalitative undersøkelser kunne gjøre seg opp en oppfatning av funnernes overførbarhet til en større populasjon. Ved å diskutere gyldighet og pålitelighet vil forskeren kunne argumentere for hvor vidt funnene kan generaliseres til en større gruppe enheter.

Pålitelighet

Når en forsker gjennomfører undersøkelser er det ikke til å unngå at både forskeren og respondentene til en viss grad påvirkes av undersøkelsesdesignet og selve gjennomføringen. Ved å teste påliteligheten til en undersøkelse, vurderes det om resultatene er skapt av forhold tilknyttet selve undersøkelsen. Jacobsen (2005, s.225) presenterer følgende forhold som kan påvirke påliteligheten til en undersøkelse:

- Respondenten påvirkes av undersøkelsesopplegget. Alle undersøkelser som ikke er hemmelige vil utsette respondentene for stimuli og signaler som kan påvirke resultatene. Eksempler på slike påvirkninger er undersøkereffekten og konteksteffekten. Undersøkeren vil alltid påvirke den som intervjues. Eksempler på dette kan være asymmetriske maktforhold og hvordan spørsmålene stilles, som omtalt i kapittel 2.2. Konteksten for intervjusituasjonen innebærer forhold som lokasjon, tidspunkt, naturlig eller unaturlig situasjon og om intervjuet og spørsmålene kommer overraskende på respondenten.

- Unøyaktig registrering av data. Uansett hvor god innsamlingsmetoden er eller hvor dyktig forskeren er, vil alltid innsamlet data være bedre enn det forskeren klarer å registrere og behandle. For å minimere andelen feil i registreringer anbefaler Jacobsen (2005) at det benyttes båndopptaker og en grundig metode for behandling av dataene.
- Unøyaktig analyse av data. Når data skal sorteres i kategorier må forskeren alltid utøve en viss grad av skjønn. Plassering av enheter er en vanskelig prosess som bør vektlegge stort fokus av forskeren.

Kvale et al. (2009, s.52) beskriver flere asymmetriske maktforhold som kan oppstå i kvalitative forskningsintervju, deriblant forskerens vitenskapelige kompetanse, intervjuerens kontroll over samtalen, enveis dialog og intervjuerens monopol på å fortolke. Intervjueren har forøvrig mulighet til å gjøre noen grep som gjør at intervjusituasjonen kan nærme seg en likestilling med hensyn til å stille spørsmål, fortolke og rapportere (Kvale et al., 2009, s.53). Dette kan oppnås ved at intervjueren stiller kritiske spørsmål og supplerer intervjuobjektets uttalelser med egne oppfatninger og fortolkninger.

Kvale et al. (2009, s.158) omtaler at bruk av respondenter som er såkalte elitepersoner reduserer de asymmetriske maktforholdene. Dette er personer som er ledere eller eksperter, og som er vant til å bli spurt om sine meninger og tanker. En intervjuer som har en viss ekspertise innen fagfeltet, vil kunne utgjøre en interessant samtalepartner for elitepersonen. Gjennom å demonstrere god kjennskap til intervjutemaene, vil intervjueren få respekt og oppnå en viss grad av symmetri i intervjusituasjonen (Kvale et al., 2009, s.159). Denne antagelsen om at intervjuobjektene er eksperter, som har lang erfaring og er trygg på sin virkelighetsoppfatning, gjør at spørsmålene kan utformes relativt fritt, med liten fare for at dette påvirker svaret. Kvale et al. (2009, s.159) skriver videre:

«Eksperter er ofte vant til å bli intervjuet og kan mer eller mindre ha forberedt «innlegg» som kan fremme synspunktene de ønsker å kommunisere via intervjuet, og det krever betydelige evner fra intervjuerens side å komme forbi dem. Eliteintervjupersoner har vanligvis en sikker status, så det er mulig å utfordre uttalelsene deres med provokasjoner som kanskje kan gi ny innsikt.»

Det kan altså være fordelaktig å stille spørsmål som utfordrer intervjuobjektet til å omformulere seg, fordi det kan føre til at ny kunnskap kommer fram.

3 Energieffektiv ventilasjon

Lavt energibruk til ventilering av bygg, som samtidig oppnår ønsket inneklima, oppnås gjennom en så optimal bruk av energien som mulig. I læreboken «Enøk i bygninger», lister Novakovic et al. (2007, s.258) opp åtte tiltak for å oppnå dette.

- Varmegjenvinning fra avtrekksluften
- Behovsstyring av luftmengder
- Lave trykktap i kanalnett
- God tilpasninger av systemer og komponenter
- Trekkfri ventilasjon
- Forenkling av komplekse systemer
- Termisk isolerte kanaler
- Energieffektive vifter og motorer

De tre første på denne listen, påpekes i læreboken «Ventilasjon Ståbi» som spesielt avgjørende for energiforbrukets størrelse (Sørensen et al., 2008).

I tillegg til å spare energi, er energieffektive ventilasjonsanlegg generelt mindre støyende enn mindre effektive anlegg (Schild and Mysen, 2009, s.1).

Langseth et al. (2011, s.20) oppgir feil i tekniske anlegg som en av årsakene til avvik mellom forventet og målt energibruk. Feilene kan typisk være termostater som er innstilt på feil temperatur, eller ventilasjonsanlegg som ikke fungerer som tiltenkt. Lavenergi- og passivbygg har en innkjøringsperiode på ett til to år. Langseth et al. erfarer at mange lavenergi- og passivbygg har de nevnte feilene i denne perioden. Etter hvert som feilene oppdages og utbedres, synker målt energiforbruk for bygget. Desto bedre kontroll den som drifter bygget har på energibruken, jo lettere er det å oppdage denne typen feil. En slik kontroll kan oppnås med et energioppfølgingssystem (EOS) med tilstrekkelig antall målepunkter. Et riktig antall målepunkter vil avsløre hvilken del av forbruket som avviker fra den forventede energibruken (Langseth et al., 2011 ,s.20)

For å sikre at ventilasjonsanlegg også forblir effektive i fremtiden, må det tas høyde for eventuelle forandringer og utbygginger av anleggene. Dette kan sikres ved å overdimensjonere ventilasjonsaggregatene noe og sette av ekstra plass i sjakter og under himling. Ved å benytte

behovsstyrt ventilasjon, kan man benytte vesentlig mindre aggregater, og fortsatt ha mulighet for fremtidig utvidelse av anlegget (Arge and Landstad, 2002).

3.1 Energibruk til viftedrift

Schild og Mysen (2009, s.1) lister opp tre viktige tiltak for å redusere energibruken til viftedrift. I tillegg til å optimalisere effektiviteten til vifte-systemet og minimere trykktap i kanalnettet, presenteres en tredje faktor, som ikke er listet opp av Novakovic et al. (2007, s.258) og Sørensen et al. (2008, s.451). Schild og Mysen presenterer minimering av friskluftsbehov som det første tiltaket for å oppnå energieffektiv ventilering. Dette kan oppnås ved bruk av materialer som emitterer lite forurensende gasser, bruk av passiv kjøling, ved å benytte lufttette kanalnett, samt velge gode løsninger for romventilering, eksempelvis ved å unngå kortslutning der den friske luften strømmer direkte til avtrekksventilen.

Schild og Mysen (2009, s.1) konkluderer med at det kanskje viktigste tiltaket for lav energibruk til viftedrift, er å minimere viftetrykket, ved å redusere motstanden i kanalnettet. Dette oppnås ved å designe et aerodynamisk kanalnett, med korte føringsveger fra aggregatene til sonene de betjener med luft, samt benytte store kanaldimensjoner og kabinetstørrelser på aggregater.

Energibruken til viftedrift oppgis ofte i kWh/m² per år. Dette tallet sier både noe om energieffektiviteten til ventilasjonsanlegget, men også hvordan bruken av anlegget er gjennom året.

Spesifikk viftekapasitet (SFP) er et mye brukt mål på hvor energieffektiv en vifte er i et gitt ventilasjonssystem. Denne angir effektpådraget som er nødvendig per kubikk transportert luft og egner seg godt til å si noe om hvor godt designet et ventilasjonsanlegg er.

SFP er forholdet mellom det totale strømforbruket til viftedrift og den totale luftmengden som transporteres. Alternativt kan også SFP beregnes ut fra forholdet mellom totalt trykktap for ventilasjonssystemet og total virkningsgrad for viften. Den totale virkningsgraden for en vifte, inkluderer drivsystem, motor og frekvensomformer (Polak, 2010).

3.2 Samtidighet

Ulike bygg har forskjellige bruksmønstre og hvordan personbelastningen fordeler seg vil variere over tid. I hvor stor andel av bygningsmassen det til enhver tid oppholder seg folk omtales som samtidighet. I et kontorbygg kan eksempelvis ikke personene oppholde seg både i sine respektive kontorer og i møterommene samtidig. De fleste bygg vil sjelden eller aldri ha full brukerbelastning i alle rom og soner. Samtidigheten i et bygg kan utnyttes til å redusere ventilasjonsluftmengden og energiforbruket, ved å kun tilføre luft der det er behov.

En undersøkelse av 247 enkeltmanns kontor-celler i fem norske kontorbygninger, konkluderer med at gjennomsnittlig samtidighet i arbeidstiden kun er 0,4 (Halvarsson, 2012). En samtidighet på 0,4 gir et potensiale for sparing på 60 % ved bruk av behovsstyrt ventilasjon, sammenlignet med anlegg med konstant luftmengde.

Ved behovsstyring av ventilasjon kan SFP justeres for samtidighet.

3.3 Ventilasjonsprinsipper

I dette kapitlet forklares kort ulike aktuelle prinsipper for ventilering av bygg, henholdsvis mekanisk balansert, hybrid og naturlig ventilasjon. I kapittel 0 presenteres intervjuobjektene syn på bruk av de ulike løsningene.

Mekanisk balansert ventilasjon

Mekanisk balansert ventilasjon benytter elektrisk drevne vifter for å transportere luft rundt i bygget. Ved å føre tilluft og avtrekksluft gjennom samme ventilasjonsaggregat muliggjøres god varmegjenvinning av ventilasjonsluften. Mekanisk ventilasjon sørger også for filtrering og annen behandling av luften, som oppvarming, kjøling og befuktning. En av fordelene med denne typen ventilasjon, er at systemene blir uavhengig av uteklimaet for å fungere.

Naturlig ventilasjon

I naturlig ventilasjon utnyttes naturlige drivkrefter som eneste drivkraft til transport av luft (Novakovic et al., 2007, s.257).

Gjenvinning av varme er en stor utfordring i bygg med naturlig ventilasjon. Novakovic et al. (2007, s.257) oppgir at naturlig ventilasjon i praksis ikke gjør det mulig å gjenvinne varmen i den brukte luften, og derfor i liten grad anvendes i andre bygg enn boliger og eldre bygninger. Byggteknisk forskrift stiller krav om 80 % varmegjenvinning av avtrekksluften. Ved å benytte naturlig ventilasjon, kan derfor dette kravet ikke innfris.

Utenfor Norge, i land som Danmark og spesielt Østerrike, er naturlig ventilasjon mer vanlig. Dette kan delvis skyldes at klimaet er kaldere i Norge enn i de nevnte landene.

Hybrid ventilasjon

Ved hybrid ventilasjon kombineres bruk av vifter med naturlige drivkrefter for å redusere energibruken til viftedrift. Schild og Mysen (2009, s.1) konkluderer med at i klima som krever oppvarming og kjøling av bygg er det flere tiltak som er veldig mye viktigere enn å utnytte naturlig drivkrefter. Norge er et eksempel på slikt klima. Tiltak som omtales er minimering av friskluftsbehov og luftmotstand i kanalnett, samt optimalisering av viftesystemers effektivitet. Ved hybrid og naturlig ventilasjon må mye planlegges i designet av bygget. Derfor er arkitekten spesielt viktig i prosjekter der disse prinsippene skal benyttes.

«Mixed mode»

Ved «mixed mode»-ventilasjon kombineres to separate systemer med naturlig og mekanisk ventilasjon. Denne løsningen utnytter naturlige drivkrefter når de er tilgjengelige og det er økonomisk gunstig (Santamouris and Wouters, 2006). Eksempler på bygg med «mixed mode» som trekkes fram av de intervjuede er Powerhouse Kjørbo og Sparebank1-bygget.

Behovsstyring

Behovsstyring av ventilasjon innebærer at luftmengdene varieres etter produksjonen av forurensing. Behovsstyring utnytter samtidigheten i et bygg, som omtalt i kapittel 0. For de fleste yrkesbygninger, med unntak av industribygg, utgjør personbelastning den største variasjonen i belastning. Personbelastning kan detekteres og måles på flere ulike måter, der sensorer styrer pådraget, og luftmengden reguleres typisk med DCV-spjeld for å opprettholde ønsket inn klima. Parameterne som sensorene måler, er typisk tilstedeværelse, temperatur eller CO₂, men kan også benytte andre komponenter i luften. De mest vanlige sensortypene er CO₂ og temperatur. Nivået av CO₂ i luften gir en god indikasjon på forurensing fra mennesker. I møterom benyttes ofte en kombinasjon av CO₂ og temperatur (Novakovic et al., 2007). Behovsstyring kan foregå på flere ulike nivå, som rom-nivå, sone-nivå, eller på aggregat-nivå.

3.4 Beregnet og målt energibruk

I en studie av måledata fra 64 lavenergi- og passivbygg, utført av Xrgia, på vegne av Energi Norge, er et av hovedfunnene at målt energibruk er noe høyere enn forventet (Langseth et al., 2011). Funnene omfatter både energi til oppvarming og totalt energibruk, for både boliger og yrkesbygg. Studien tar for seg data fra noen av de samme byggene og forskningsprosjektene som Dokka et al. (2011), men ser kun på de byggene som er lavenergi- eller passivbygg. Langseth et al. (2011, s.19) finner et gjennomsnittlig absolutt avvik på 12 kWh/m²/år, på et gjennomsnittlig forbruk på 28 kWh/m²/år. Avviket utgjør 43 prosent. Rapporten peker også på at det i Norge og internasjonalt er lite tilgjengelige data på forventet og målt energibruk for lavenergi- og passivbygg.

Langseth et al. (2011, s.19-22) trekker fram fem årsaker til avvik som går igjen:

- Feil i bygningskroppen
- Feil i tekniske anlegg
- Høyere innnetemperatur enn beregnet
- Feil design av bygget
- «Feil» bruk av bygget

Forskningen tyder på at det for en del bygg er et reelt problem, men viser også store variasjoner og stor usikkerhet. For å belyse dette nærmere, er samtlige intervjuobjekter konfrontert med problemstillingen, og resultatene presenteres i kapittel 6.1.

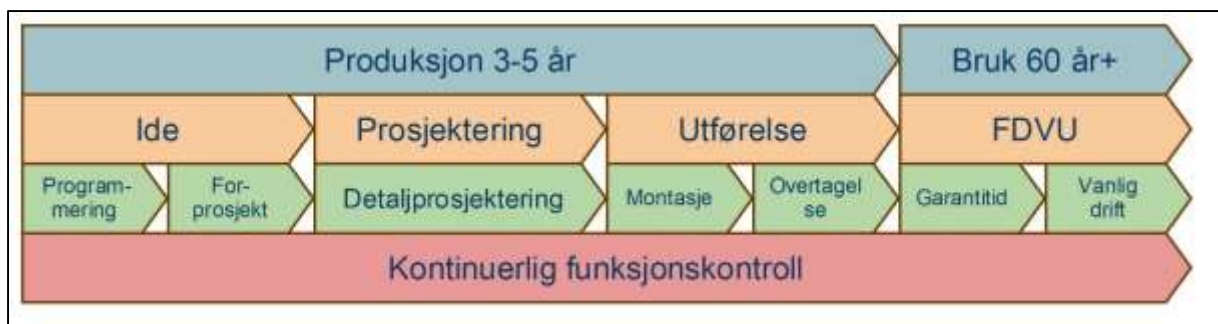
4 Prosjektorganisering

Byggeprosjekter er komplekse og sammensatte prosesser. Fra utvikling av idé til bygget er i normal drift gjennomgår prosjekter en rekke faser og prosesser, med flere ulike aktører involvert.

Hvordan de ulike fasene og prosessene inndeles, samt ansvaret til de ulike rollene, avhenger i stor grad av hvilken gjennomføringsmodell som velges for det enkelte prosjekt. I kapittel 0 er det gitt en oversikt over ulike modeller for prosjektgjennomføring.

4.1 Byggeprosessen

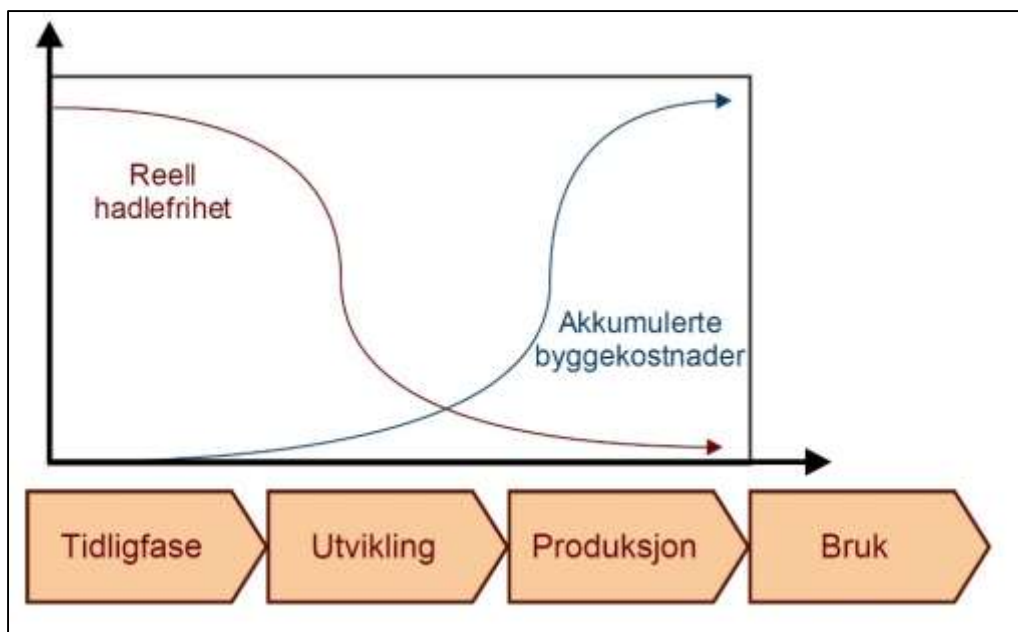
I boken «Kontinuerlig funksjonskontroll for effektiv drift av bygninger» er de ulike fasene og prosessene som inngår i byggeprosjekter presentert (Nord et al., 2012). Figur 1 viser når i prosessen de ulike fasene og prosessen begynner og slutter.



Figur 1: Prosjektprosessen. Figuren viser de ulike fasene og prosessene som inngår i byggeprosjekter.

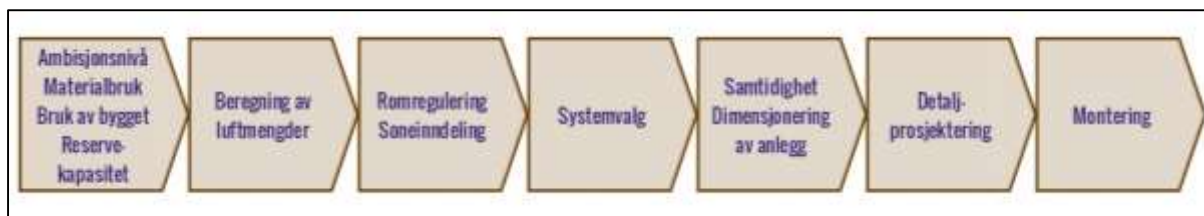
I denne rapporten har det vært behov for en samlebetegnelse som inkluderer overlevering, igangkjøring og tilhørende funksjonskontroll. Videre i rapporten omtales dette som «igangkjøringsfasen».

Effekten av utført arbeid er størst i tidlig fase. Det er derfor viktig at flest mulig valg tas her og ikke utsettes til senere i prosjektprosessen (Novakovic et al., 2007). Endringer som gjøres sent i prosessen vil ofte være dyrere enn om de hadde blitt innført tidligere. Den reelle handlingsfriheten illustreres i Figur 2.



Figur 2: Handlefrihet i prosjekter . Figuren illustrerer hvordan handlefriheten synker utover prosjektprosessen, mens kostnadene øker.

Mysen og Schild (2013b) beskriver syv arbeidstrinn relatert til ventilasjon som inngår i byggeprosessen. Med bakgrunn i veilederen er følgende illustrasjon av arbeidstrinnene utarbeidet:



Figur 3: Arbeidstrinn relatert til ventilasjon . Figuren viser syv arbeidstrinn for å oppnå godt utformede ventilasjonsanlegg.

4.2 Prosjektorganisasjonen

I et hvert byggeprosjekt av en viss størrelse, som bygging av yrkesbygg, etableres det en midlertidig prosjektorganisasjon. Hvor mange og hvilke roller som inngår i et prosjekt, avhenger av type prosjekt, byggherrens kompetanse, valgt entreprisform og hvordan risiko skal fordeles (Novakovic et al., 2007, s.400). Novakovic et al. (2007) beskriver fire roller som alltid er representert i alle prosjektorganisasjoner:

- Byggherre
- Administrasjon og ledelse
- Prosjekterende
- Utførende

Det er viktig å bemerke at en aktør kan ha ulike roller i ulike byggeprosjekt eller også flere roller i ett og samme prosjekt. Kommunene er eksempler på aktører som kan inneha flere roller i ett og samme prosjekt, derfor er kommuner presentert i et eget delkapittel.

Drift og vedlikehold har tradisjonelt blitt sett på som en støttefunksjon og består i en vaktmester som holder til på bygget og har denne oppgaven. I dag er det egne bedrifter som utfører drift og service (Novakovic et al., 2007, s.382).

I denne rapporten omtales ulike problemstillinger knyttet til totalentreprenører. For å underbygge funnene er utfordringer knyttet til denne rollene presentert i følgende underkapittel.

4.2.1 Totalentreprenører

I en masteroppgave utført av Ida Nes (2014) undersøkes hvordan kontraktsutforming og -inngåelse foregår hos HENT, som er en stor bygg-entreprenør og byggutvikler i Norge. Nes oppgir at HENT hovedsakelig gjennomfører totalentrepriser i sine prosjekter (Nes, 2014, s.4) og at innkjøp av underentreprenører og leverandører utgjør cirka 80 % av bedriftens omsetning (Nes, 2014, s.2).

Nes finner, gjennom kvalitative intervjuer, at tidspress er en av de mest begrensende faktorene i prosjekter, og at dette begrenser hvor grundig arbeidet gjøres. Nes ser det som hensiktsmessig å anvende den begrensede tiden der effekten er størst og resultatet får størst konsekvens (Nes, 2014, s.75). Nes' funn samsvarer med Figur 2. Det bør altså vies et høyt fokus på tidligfasen i prosjekter.

Det første tiltaket Nes (2014) peker på, er at HENT bør sikre at deres, og byggherrens, forståelse av funksjonsbeskrivelsen er samsvarende. Dette er en forutsetning for at HENT skal levere et godt produkt, som tilfredsstillende byggherrens forventninger, og at innkjøp av underentreprenører gjøres på riktig grunnlag. Et nødvendig tiltak kan være å utarbeide en liste med krav og spesifikasjoner som begge parter er enige om. Når HENT har sikret felles forståelse, åpner dette for kreative og gode løsninger. For HENT omtales dette forholdet som en av de største fordelene med totalentreprisen (Nes, 2014, s.75).

En av hovedårsakene til at avvik oppstår, er ifølge Nes (2014) dårlig utformede kontrakter med underentreprenører. Kontraktene preges av mangler, som uavklarte forbehold og grensesnitt. Det pekes på at det er meget viktig å ha høyt fokus på utarbeidelse av gode kontrakter med underentreprenører, samt at det gjøres en gjennomgang og avklaring av alle forbehold (Nes, 2014, s.75).

4.3 Entrepriseformer

For utførelse av prosjektering, bygging og koordinering av et byggeprosjekt, angir entrepriseformer kontraktstrukturen mellom byggherre, entreprenør og prosjekterende.

I læreboken «Enøk i bygninger – Effektiv energibruk» gis en gjennomgang av ulike entrepriseformer (Novakovic et al., 2007, s.406-410). Det er byggherren som bestemmer hvilken entrepriseform han ønsker å benytte for det enkelte byggeprosjekt. Hvilken entrepriseform som velges avhenger av byggherrens kompetanse, tidsrammene for prosjektet, en vurdering av risiko i prosjektet, samt byggherrens økonomiske mulighet til å bære risiko.

Novakovic et al. (2007) presenterer følgende tradisjonelle entrepriseformer:

- Delte entrepriser. I denne entrepriseformen har byggherren separate kontrakter med rådgivere og entreprenører for de ulike fagfeltene
- Hovedentreprise. I denne entrepriseformen har byggherren separat kontrakt med rådgivere, en hovedentreprenør, samt egne kontrakter med aktører fra resterende fagfelt.
- Generalentreprise. I denne entrepriseformen har byggherren separat kontrakt med rådgivere og en generalentreprenør med ansvar for alle fagfelt.
- Totalentreprise. I denne entrepriseformen har byggherren kontrakt med en aktør som har ansvaret for både prosjektering og entrepriser med entreprenører.
- Teknisk totalentreprise. I denne entrepriseformene samles alle de tekniske entreprisene hos en aktør. Denne aktøren kan ha kontrakt med en totalentreprenør eller direkte med byggherren.

Respondentene som er intervjuet i forbindelse med denne masteroppgaven har i all hovedsak belyst ulike forhold knyttet til delte entrepriser, totalentreprise og teknisk totalentreprise.

De tradisjonelle entrepriseformene har ofte ført til konflikter i byggeprosjekter, der det går med mye tid på å diskutere innhold i kontrakter og grensesnitt mellom de ulike fagene og ansvarsområdene. Som et resultat av de nevnte utfordringene er det i dag flere nye moderne modeller for gjennomføring. Typisk for disse modellene er at samhandling mellom parter vektlegges i større grad enn i de tradisjonelle (Novakovic et al., 2007, s.410).

De moderne entrepriseformene omfatter:

- Samspillmodell
- Integrerte team
- Offentlig privat samarbeid (OPS)

For detaljer forklaring av hva entrepriseformene innebærer, henvises det til boken «ENØK i bygninger» (Novakovic et al., 2007, s.406-410)

5 Virkemidler for å oppnå godt fungerende anlegg

I dette kapitlet presenteres metoder, virkemidler og standarder for å oppnå flere godt fungerende ventilasjonsanlegg.

Som en del av forsknings- og utviklingsprosjektet «reDuCeVentilation – Reduced energy use in Educational building with robust Demand Controlled Ventilation» har Sintef publisert to veiledere for energioptimale og velfungerende anlegg med behovsstyrt ventilasjon. Den ene veilederen omhandler krav og overlevering (Mysen and Schild, 2013a). Den andre veilederen omhandler forutsetninger og utforming (Mysen and Schild, 2013b). Ved å følge disse veiledningene øker sannsynligheten for å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon.

I påfølgende delkapitler presenteres bruk av prøvedrift og ITB-ansvarlig, samt tilhørende standarder. Dette er to tiltak som kan bidra til å sikre kvaliteten på nye ventilasjonsanlegg.

5.1 Prøvedrift

I alle byggeprosjekter vil det alltid være en viss risiko for forsinkelser og mangler ved leveranser. Dette kan føre til økte kostnader, konflikter mellom aktører, samt dårligere kvalitet på byggene og de tekniske anleggene.

Etter igangkjøringen av et anlegg kan det gjennomføres en prøvedriftsperiode. Hensikten med denne perioden er å verifisere at de utførte anleggene tilfredsstillende kontraktsfestede krav. For å fastsette en entydig definisjon av hva prøvedrift innebærer, har Standard Norge utarbeidet et høringsutkast til ny Norsk Standard ved navn «NS 6450 Prøvedrift av tekniske installasjoner» (Standard_Norge, 2015).

I høringsutkastet understreker viktigheten av å involvere ITB-ansvarlig før prøvedriftsperioden starter, samt å inkludere de som skal drifte bygget. Slik som høringsutkastet i dag er utformet pålegges entreprenørene en raskere responstid. Utkastet beskriver også et økonomisk incitament for å sørge for at reklamasjoner som oppdages i denne perioden skal utbedres av entreprenøren (Standard_Online_AS, 2015).

I en høringskommentar til forslaget påpeker Norges bygg- og eiendomsforening (NBEF) at det er vanskelig å få byggeprosjekter helt ferdig til planlagt overleveringsdato. Spesielt gjelder dette funksjonaliteten av tekniske bygningsinstallasjoner. NBEF opplever at det er et behov for denne standarden (Løe, 2015).

5.2 ITB-ansvarlig

Tekniske installasjoner i nye bygninger blir stadig mer komplekse og omfatter ofte anlegg for ventilasjon, oppvarming, kjøling, belysning og solavskjerming. Mellom installasjonene oppstår det en mengde grensesnitt, der anleggene skal utveksle informasjon og ofte kommunisere over en felles kommunikasjonsplattform. For å oppnå god energieffektivitet i bygninger er det avgjørende å sørge for et godt samspill mellom de ulike systemene. For å få til dette samspillet kan det brukes en tekniske integrator, også omtalt som ITB-ansvarlig. Oppgavene til en ITB-ansvarlig er å sørge for samarbeid mellom ulike fagfelt på tvers av entrepriser, samt sikre planlegging og helhetlig tenkning. Norsk Standard har utgitt en standard som fastsetter føringer for hvilke prosesser ITB-ansvarlige skal ivareta. Disse prosessene omfatter design, planlegging, anskaffelse, installering, test, dokumentasjon og idriftsetting av integrerte tekniske bygningsinstallasjoner (Standard_Norge, 2011).

I en veileder utgitt av Integra og Grønn Byggallianse beskrives rollen til ITB-ansvarlig (Integra and Grønn_Byggallianse, 2012). Den ITB-ansvarliges hovedoppgave er å kvalitetssikre de tekniske entreprenørenes dokumentasjon og valg av løsninger. Det legges særlig vekt på å verifisere grensesnittene mellom entrepriser i prosjekter. I veilederen vektlegges det at kontraktinngåelse med ITB-ansvarlig må skje så tidlig som mulig i prosjekter og samtidig med arkitekter og rådgivere. ITB-rollen kan fylles av en person fra et rådgiverfirma eller en entreprenør som er involvert i prosjektet, av et eksternt rådgiverfirma, eller fra byggherrens egen prosjektorganisasjon. For at den ITB-ansvarlige skal kunne koordinere tekniske entrepriser kreves det en del møtevirksomhet. Det er derfor viktig at alle anbudsdokumenter inneholder informasjon om bruk av ITB-ansvarlig. På denne måten kan entreprenørene ta hensyn til dette arbeidet i sine tilbud (Standard_Norge, 2011).

6 Resultater fra intervjuer

I dette kapitlet presenteres og diskuteres funnene fra intervjuene, sortert i kapitler etter tema.

Flere steder i kapitlet oppgis hvor mange av respondentene som har trukket fram de ulike utfordringene og problemene. Denne kvantifiseringene gjelder kun for dette utvalget. Eksempelvis når fem av 10 respondenter sier det samme, betyr ikke dette at den samme andelen av yrkesgruppen er av samme oppfatning. Når mange respondenter mener det samme, bekrefter det imidlertid at det ikke er snakk om en enkeltstående oppfatning.

I dette kapitlet skilles det mellom respondenter fra de fem ulike rollene: Kommuner, arkitekter, rådgivere, entreprenører og leverandører. Med unntak av arkitektene, omtales de resterende respondentene som de tekniske fagpersonene, fagområdene, eller fagfeltene. Respondentene fra kommunene inkluderes også i denne gruppen, fordi begge respondentene anses som fagpersoner.

I dette kapitlet er målet å belyse ulike utfordringer og problemer som kan føre til at inneklima og energiforbruk blir dårligere enn forventet. Dette fokuset kan gi leseren et uriktig inntrykk av at respondentene er mer negative enn hva som er realiteten.

6.1 Diskusjon av problemstillingen – er det et reelt problem?

Denne oppgaven tar på bakgrunn av samtaler med veiledere, utgangspunkt i en påstand om at det er problematikk knyttet til å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon og tilfredsstillende inneklima. For å belyse hvor reell denne påstanden er, konfronteres respondentene med følgende spørsmål:

«Det er kjent i bransjen at mange ventilasjonsanlegg, som har til hensikt å være energieffektive, ikke fungerer som tiltenkt. Kan du bekrefte dette inntrykket?»

Syv av de 10 intervjuede bekrefter at det er et reelt problem at energieffektive ventilasjonsanlegg ikke alltid oppnår ønsket inneklima og energieffektivitet. Begge arkitektene uttaler at de vet lite om hyppigheten av slike problemer og vil derfor hverken bekrefte eller avkrefte. En av arkitekten bekrefter for øvrig at det ofte klages på dårlig inneklima.

Funnene fra undersøkelsen viser at bransjen opplever det som et reelt problem at energieffektive ventilasjonsanlegg ikke alltid oppnår ønsket inneklima og energieffektivitet. Relevant forskning tyder på at det er hold i dette funnet, men en fellesnevner er at det har vært lite data

tilgjengelig av høy kvalitet. Selv om utbredelsen og størrelsen på problemet ikke er kjent, påpeker respondentene et stort forbedringspotensial på en rekke områder.

Det påpekes av flere respondenter, at det er viktig å skille mellom hvor godt bygget skulle blitt ut ifra kontrakter og avtaler, og hvor godt bygget kunne ha blitt dersom prosjektet var gjennomført optimalt.

På spørsmål om det finnes anlegg der feil aldri oppdages, svarer syv av respondentene ja. Tre respondenter uttaler at dette antagelig ofte finner sted. Det påpekes at det alltid vil være noen komponenter som ikke fungerer. Frode Holthe forklarer på følgende måte en av årsakene til at han tror det kan være feil på anlegg som aldri oppdages:

“Jeg tror det finnes komponenter i anlegg som ikke fungerer som tiltenkt, selv etter det har blitt avholdt overtagelse, igangkjøring og testing. Dette gjelder både på gamle og nye anlegg. Slike feil finnes, uten at det blir noen kritiske tilbakemeldinger i etterkant. Dette kan være fordi det dimensjoneres og installeres anlegg i dag med relativt romslige og store luftmengder. Selv om et anlegg bare yter for eksempel 60 %, vil det derfor ikke nødvendigvis få en resulterende klage»

En annen feil som påpekes er at et DCV-spjeld ikke regulerer etter behovet, men tilfører dimensjonert luftmengde til enhver tid. At luftmengder ikke reguleres ned, vil føre til høyere energibruk, men vil neppe gi klager fra brukere. Tre respondenter påpeker at problemer kan forbli uoppdaget grunnet manglende fokus på drift og feilsøking, samt utilstrekkelige systemer for måling og avlesning av energibruk. Det påpekes at man i noen tilfeller kan se at energibruket er høyere enn forventet, men at det ikke er mulig å avlese hvilken energipost dette skyldes. Dette bekreftes av gjennomgått studie i kapittel 0. I noen tilfeller kan SD-anlegget gi tilstrekkelig informasjon, uten at den som drifter anlegget har tilstrekkelig kunnskap til lese av dette.

6.2 Ventilasjonsprinsipper

Av de 10 intervjuede svarer åtte respondenter at mekanisk balansert ventilasjon er den beste løsningen. Funnene viser en tydelig motsetning i bransjen, der arkitektene skiller seg ut som de eneste forkjemperne for mest mulig bruk av naturlig ventilasjon.

Nina Kielland forklarer på følgende måte hvorfor naturlig ventilasjon er fordelaktig:

«Mitt synspunkt er at naturlig og hybrid ventilasjon er bedre enn den tradisjonelle som har en mengde styringsmuligheter. Personlig tror jeg det ligger store muligheter i naturlig ventilasjon. Vi har i mange år spilt inn naturlig ventilasjon i tidligfasen, men hittil uten å lykkes. I Norge er det synd at naturlig ventilasjon nesten ikke har blitt gjennomført. Å ha pilotprosjekter er veldig viktig»

Svend Johnny Breiby deler Nina Kiellands oppfatning, som han forklarer på følgende måte:

«Generelt ønsker vi naturlig ventilasjon. Jo mer naturlig ventilasjon man får til, jo bedre. Får man til helt naturlig så er det det beste. Så får man benytte tekniske hjelpemidler hvis det er behov. Min filosofi er at jo mer man forenkler systemene jo bedre blir det, prinsipielt. Der det er mulig bør man prøve å unngå eller minimere bruk av kanaler. For brukerne av bygg oppleves lufting gjennom vinduer som bedre - det er jeg ganske sikker på»

Som omtalt i kapittel 6.3.2.1 opplever arkitektene ofte motstand mot naturlig ventilasjon fra konservative aktører i de tekniske fagfeltene. Nina Kielland beskriver denne problemstillingen på følgende måte:

«Naturlig ventilasjon er problematisert hver eneste gang det har blitt tatt opp i en prosjekteringsgruppe som jeg har vært med på. Arkitektens rolle er å utfordre og inspirere byggherren til å velge nye løsninger, også tekniske. Uten backing fra tekniske rådgivere blir byggherren skeptisk og ønsker ikke å ta risikoen. Jeg ønsker å utfordre de tekniske rådgivermiljøene og vise til at det er flere prosjekter ute i Europa der det er brukt naturlig ventilasjon»

Svend Johnny Breiby beskriver hvordan han opplever denne problemstillingen på følgende måte:

«Jeg har merket at mange rådgivere ikke er enige i min formening om naturlig ventilasjon. Kanskje ville det vært enklere å få til ren naturlig ventilasjon om man ikke hadde utfordringer med støy, forurenset luft og energibruk. Men dette er ikke noen stor problemstilling for kontorbygg på sommerhalvåret i hvertfall - da er det kjøling som er den største utfordringen. Begynner man å se på klima-aspektet i bygg, så kan naturlig ventilasjon bli mer interessant.

I løpet av et år er det noen få vintermånedene som er så kalde at naturlig ventilasjon kanskje blir et problem, men i Danmark har de brukt naturlig ventilasjon i mange år, og det er ikke vesentlig temperaturforskjell fra København til Trondheim, det er så si samme klima."

Som Breiby påpeker krever mekanisk ventilasjon mye materialbruk, som fører til et dårligere klimaregnskap for bygg. Begge arkitektene trekker fram livsløpsregnskapet som et viktig argument for naturlig ventilasjon.

Arkitektene er de eneste som ikke har ventilasjon som fagfelt, og de aktuelle respondentene påpeker at de har begrenset kunnskap om ventilasjon. Alle de intervjuede som har ventilasjon som sitt fagfelt, mener altså at mekanisk balansert ventilasjon er det beste. Flere av respondentene fra de tekniske fagfeltene hevder at naturlig ventilasjon eventuelt kan være gunstig i boliger, der det er lav personbelastning, men ikke i yrkesbygg.

6.3 utfordringer knyttet til roller

I dette kapitlet presenteres funnene for ulike roller i byggeprosjekter. I hvert kapittel belyses både utfordringer og mulige løsninger som intervjuene har avdekt. Utfordringer som trekkes fram av spesielt mange har fått egne underkapitler. Problemstillinger tilknyttet kommuner er ikke presenter i et eget kapittel, men inngår i kapitlene 6.3.1 og 0.

6.3.1 Byggherrer

I dette kapitlet presenteres problemstillinger knyttet til byggherrer. Kapitlet omfatter i all hovedsak private byggherrer, men utfordringer knyttet til kommuner er også belyst.

De oftest påpekte utfordringene er presentert i egne påfølgende delkapitler, og er listet opp nedenfor. Utfordringer knyttet til byggherrers ambisjonsnivå i tidligfase, påpekes av seks respondenter. Utfordringer knyttet til byggherrer som ikke selv skal betale for strømbruk, påpekes av halve respondentgruppen, mens de to siste på listen påpekes av henholdsvis fire og tre respondenter.

- Uklart ambisjonsnivå i tidligfase
- Eie-leie problematikk
- Ønske om å bruke lite penger i tidligfase
- Manglende kompetanse hos engangsbyggherrer

Flere av respondentene påpeker at de opplever store byggherrer som gode. Disse bedriftene er ofte byggherre-organisasjoner, som medfører store fordeler kontra byggherrer bestående av et fåtall personer. Fordelen med de store organisasjonene er at de har mulighet til å fordele ansvar og besitte mye kompetanse. De store byggherrene har ofte et fokus på energi og stiller krav som er strengere enn Byggteknisk forskrift. To av respondentene påpeker at det kan være en utfordring at disse byggherrene stiller det de opplever som for strenge krav. Et eksempel som trekkes fram, er uhensiktsmessig strenge øvre og nedre temperaturgrenser for inneklimate, som gir utfordringer i forhold til energibruk.

Uklart ambisjonsnivå i tidligfase

Den utfordringen som flest respondenter påpeker hos byggherrer, er knyttet til manglende fastsettelse av ambisjonsnivå tidlig i prosjekter. Denne problematikken påpekes av seks av respondentene. Flere av respondentene opplever at byggherrers ambisjoner for energibruk ofte oppstår underveis i byggeprosjekter, etter at mange beslutninger er tatt. Dette er problematisk,

fordi handlingsrommet minsker utover i prosjekters livsløp. Og kostnadene ved å gjøre endringer, blir da høyere. Det påpekes av flere at en viktig suksessfaktor er motiverte byggherrer. En motivert byggherre vil ofte velge dyktige aktører, følge opp prosjektene sine godt, og oppnå god kvalitet i prosjektenes helhet.

Det påpekes at det er viktig at ambisjonsnivået fastsettes tidlig og kommuniseres tilstrekkelig til de ulike aktørene som deltar i et prosjekt. For at aktørene skal kunne levere et godt produkt, er det viktig at forutsetningene for byggene bestemmes tidlig, hvilket fordrer at ambisjonene er fastsatt. To respondenter opplever at beskrivelsestekster ofte kan være mangelfulle. Disse tekstene skal beskrive hva som skal leveres, og utarbeides ofte av byggherren selv, eller i samarbeid med en rådgiver. Dårlige beskrivelsestekster kan ha en sammenheng med at byggherrens ambisjoner ikke er fullt ut bestemt. Store endringer, som kommer sent i byggeprosessen, kan medføre store utfordringer. Seemi Lintorp har følgende eksempel på dette:

«Hvis byggherren midt i et prosjekt, beslutter at et laboratorium skal ligge i 3. etg, og ikke i kjelleren som tidligere forutsatt, så må plutselig sjakter, føringsveier og kanskje teknisk rom forandres. Dette er store grep, som kan ødelegge mye av flyten i et prosjekt»

Tre av respondentene påpeker også at det er en viktig suksessfaktor at de ambisjonene som fastsettes, følges opp i igangkjøring og overlevering av anlegg, slik at det sikres at byggherren får det han har bestilt. To respondenter opplever at byggherrer ofte er så ivrige etter å ta i bruk bygg, at det går utover kvalitetskontroll og feilsøking i igangkjøringsfasen.

Eie-leie problematikk

I en del sammenhenger skal ikke byggherren selv betale for strømbruken, etter at bygget er satt i drift. Dette kan være tilfelle når byggherren skal selge bygget, eller leie det ut. Halvparten av respondentene opplever at slike byggherrer ofte har et lavere ambisjonsnivå for hvor energieffektive ventilasjonsanlegg de ønsker. Selv om et bedre, men dyrere tiltak kan innspares ved redusert strømbruk over få år, velger byggherren heller å gjøre en billigere investering. Forfatterens kommentar er at det antas som vanskelig for en byggherre å få leietakeren til å betale for et energieffektivt anlegg.

Ønske om å bruke lite penger i tidligfase

Fire respondenter peker på at det ofte er utfordringer knyttet til at byggherrer ønsker å bruke lite penger tidlig i prosjekter. Dette omfatter at byggherren ønsker å ha en lavest mulig investering i bygget, uten at det tas hensyn til livsløpskostnader og mulige inntjening over tid, samt at byggherren ønsker å bruke minst mulig penger på prosjektutvikling og kjøp av

prosjektering. Byggherren ønsker minst mulig bruk av arkitekter og eventuelle rådgivere som tilknyttes prosjekter.

Forfatteren bemerker at årsaken til at byggherrer bruker minimalt med midler tidlig i prosjekter, i noen tilfeller kan ha en sammenheng med utfordringene knyttet til uklare ambisjoner, som presentert i første delkapittel.

Manglende kompetanse hos engangsbygherrer

Fire respondenter peker på manglende kompetanse hos byggherrer som en utfordring. Tre av respondentene peker spesielt på at dette er en utfordring for engangsbygherrer. I motsetning til store byggherreorganisasjoner, besitter engangsbygherrer ofte veldig begrensede kunnskaper om gjennomføring av byggeprosjekter, tekniske installasjoner og energibruk. Frode Holthe påpeker at «bestillerkompetanse» er spesielt viktig:

«Bestillerkompetanse er viktig, altså at bestilleren greier å stille de riktige kravene, men også har ressurser til å følge opp leveransen. Der ligger det en veldig oppdragende effekt og, dyktige bestillere vil også være med å forme bransjen og de som utfører jobben»

Begrepet «bestillerkompetanse» omfatter hva den som bestiller et anlegg besitter av kunnskap om det som bestilles. Manglende bestillerkompetanse er et problem fordi byggherren vanskelig kan beskrive hva han forventer, vet lite om hvordan han kan oppnå det han forventer, og har liten mulighet til å kontrollere referansen han får. Som mulig løsning på dette, pekes det på at det er viktig å kjøpe inn ekstern kompetanse, som kan bistå byggherren.

Det påpekes av flere respondenter at små kommuner ofte har de samme utfordringene som engangsbygherrer, ved at de vanskelig kan besitte god bestillerkompetanse.

6.3.2 Prosjekterende

I dette kapitlet presenteres utfordringer knyttet til de ulike prosjekterende rollene i byggeprosjekter. Kapitlet er inndelt i VVS-rådgivere og arkitekter.

6.3.2.1 VVS-rådgivere

Prosjektering av VVS-anlegg kan utføres av entreprenøren selv, eller av en ekstern rådgiver. Avhengig av hvilken entreprisform og gjennomføringsmodell som velges, kan rådgiveren også utføre detaljprosjekteringen før entreprenøren begynner sitt arbeide. I dette kapitlet presenteres problemstillinger tilknyttet VVS-rådgivere.

Respondentene trekker fram et vidt spekter av utfordringer tilknyttet VVS-rådgivere. Et stort antall ulike tema belyses av tre eller fire respondenter. De oftest påpekte, og antatt viktigste, utfordringene er presentert i egne påfølgende delkapitler, og er listet opp nedenfor. Prispress peker seg spesielt ut, og påpekes av hele syv respondenter. De andre utfordringene i listen, påpekes av fire respondenter.

- Prispress
- Dårlig kvalitet på tegningsunderlag
- Design av komplekse anlegg
- Konservative løsninger
- Rådgivere utskiftes underveis i prosjektprosessen
- Utilstrekkelige simuleringer

Prispress

7 av respondentene trekker fram at rådgiveren ofte er presset på pris. Av de som påpeker dette er begge arkitektene, begge leverandørene og begge kommunene representert. Utfordringene som påpekes er knyttet til prispress fra entreprenøren og som en følge av entreprisreformer, mens noen mener det kan skyldes valg rådgivere selv gjør. De nevnte utfordringene medfører, uansett underliggende årsak, at rådgivere er nøye på å holde kontroll over medgått tid i hvert enkelt prosjekt. Populært sagt, er rådgiveren opptatt av å føre timer, noe som påpekes av flere respondenter.

Prispresset på VVS-rådgivere kan sees i sammenheng med utfordringer som trekkes fram hos ventilasjonsentreprenører. I prosjekter i dag, er ofte rådgivere underlagt en entreprenør, hvilket spesielt gjelder for totalentrepriser. En av de utfordringene som flest respondenter påpeker hos ventilasjonsentreprenører, er at de ønsker å betale minst mulig for rådgivertjenester. Tre av

respondentene påpeker at rådgivere ofte begrenses av entreprenøren til å gjøre en tilstrekkelig jobb.

Begge leverandørene påpeker at rådgivere selv har et høyt økonomisk fokus, og er nøye på å føre timer. Ettersom majoriteten påpeker at rådgiveren presses på pris, antas dette å være hovedårsaken til de økonomiske utfordringene som intervjuobjektene opplever. Prispresset antas hovedsakelig å skyldes eksternt press direkte fra entreprenøren, med totalentreprisen som en underliggende årsak. Funnene tyder også på at rådgivere i noen sammenhenger, selv velger å ha dette økonomiske fokuset, som går ut over kvaliteten på deres arbeider.

Som mulig løsning på prispresset hos rådgivere, kan det vurderes å benytte andre entreprisemodeller. Dersom det benyttes byggherrestyrte entreprisemodeller, der byggherren inngår kontrakter direkte med de ulike aktørene, kan det muligens være enklere å kvalitetssikre sluttproduktet. En slik entreprisemodell stiller store krav til byggherrens bestillerkompetanse, og det kan risikeres at det blir et dyrere bygg, sammenlignet med om det hadde blitt konkurrert på pris i en totalentreprise.

Dårlig kvalitet på tegningsunderlag

Fire av respondentene påpeker at de av og til opplever dårlig kvalitet på tegningsunderlag. Utfordringer kan være at designet av anlegget er lite gjennomtenkt og kanalnettets kan være dårlig strømnings teknisk, det vil si at det har høyt trykktap. Begge leverandørene trekker fram at kontroll av tegninger ikke gjøres godt nok. Sturla Ingebrigtsen underbygger dette, og opplyser at han har brukt mye tid på å kvalitetssikre tegningsunderlag:

«Da jeg satt som leverandør av anlegg med VAV, så var en stor andel av hverdagen å sitte med tegninger, korrigere med rød penn, endre dimensjoner, flytte på ting, skrive spørsmålstegn ved ting, og sende tilbake. På denne måten fikk vi fjernet mange feil. En slik kontroll gjøres ikke i dag. De som prosjekterer har egenkontroll, der det er en sidemannskontroll, som ikke fungerer, der de signerer, uten å vurdere.»

En årsak til at kvaliteten på tegninger noen ganger blir dårlig, kan være at rådgiveren kommer for sent inn i prosjektprosessen. Tre av respondentene påpeker at rådgiveren ofte kommer for sent inn og ikke får delta i noen samhandlingsfase, men istedet kun blir valgt på grunnlag av pris.

To av respondentene påpeker at rådgivere av og til ikke leverer tegningsgrunnlag i tide. Det påpekes også av to respondenter, at dokumenter, rammebeskrivelser og funksjonsbeskrivelser kan være mangelfulle og inneholde mye generell info. Mye av teksten i de omtalte dokumentene, benyttes for å sikre seg juridisk, men kan føre til at de faktiske beskrivelsene av anleggene kommer mindre tydelig fram.

For å unngå dårlig kvalitet på tegningsunderlag, pekes det på bedre prosjektstyring og at det settes av tilstrekkelig tid til prosjektering. En del av ansvaret for kvaliteten ligger også hos den som kjøper rådgivertjenesten. Det er viktig at aktøren som kjøper rådgivertjenesten, kommuniserer innholdet i kravspesifikasjonen på en tilstrekkelig måte. Som påpekt av leverandørene, bør det utføres en grundigere kontroll av tegningsunderlag, både av prosjekterende selv, men også hos den som bestiller tegningene.

Design av komplekse anlegg

Fire av respondentene påpeker at rådgivere ofte designer så komplekse anlegg at de blir vanskelig å holde oversikt over, og å kontrollere for feil. Dette kan resultere i høyere energibruk enn tilsiktet, og/eller at innklimaet ikke blir optimalt. Respondentene trekker fram at denne kompleksiteten spesielt gjelder overdreven bruk av DCV-spjeld, som påpekes av begge rådgiverne. Frode Holthe forklarer dette på følgende måte:

«En viktig årsak til at noen anlegg bruker mer energi enn tiltenkt, er at det bygges mange komplekse anlegg, som er vanskelig å få oversikt over. Det er ofte mange komponenter, som utgjør potensielle feilkilder, både på følere, spjeld og på SD-anlegget for øvrig. I noen tilfeller har du nærmest fått seriekobling av spjeld, som har gjort det veldig vanskelig, både designmessig, men også driftsmessig å ha oversikt over.»

En mulig løsning kan være å kun benytte DCV-spjeld, i rom av en viss størrelse, der det er store variasjoner i belastning. På markedet i dag finnes det flere leverandører som tilbyr komplette løsninger, som typisk inneholder spjeld, styringssystem, alt av automatikk og brukergrensesnitt. Flere av respondentene mener at komplette løsninger kan være formålstjenlig, fordi disse er satt sammen av komponenter som fungerer godt sammen og er nøye testet ut, slik at sannsynligheten for at feil oppstår blir mindre.

Konservative løsninger

Fire av respondentene påpeker at de opplever mange rådgivere som konservative. Mange rådgivere foretrekker å benytte løsninger de har brukt før og er komfortable med. De tenker ikke nytt og prøver ikke ut nye løsninger. Årsaken til denne problematikken er antagelig at

rådgiveren er presset på pris, som omtalt tidligere, og dermed ikke har tid til å gjøre det arbeidet som kreves for å ta i bruk en ny løsning. At rådgivere er konservative, oppleves spesielt av arkitektene, som sliter med å få gjennomslag for mer bruk av naturlig ventilasjon, som omtalt i kapittel 0. Nina Kielland forklarer på følgende måte hvordan dette påvirker henne:

«Jeg synes det er en konservativ kultur i den tekniske rådgiverbransjen. Det er noen lyspunkt, men det er langt i mellom dem dessverre. Å spille på parti med naturkreftene og finne nye veier å gå, er litt tungt.»

Flere respondenter påpeker at rådgivere har mindre kontakt med leverandører, enn hva entreprenører har. Dette kan medføre at rådgivere kjenner mindre til mulige alternativer, og ikke får utnyttet den kunnskapen om løsninger, som leverandører tilbyr. Det er viktig å påpeke at rådgivere ofte skal designe anlegg som ikke låser den utførende aktøren til en spesifikk leverandør.

Tre av respondentene påpeker at rådgivere ofte har et veldig bredt fagfelt, og er mindre spesialiserte, enn de ansatte hos entreprenører. Begge rådgiverne påpeker selv denne utfordringen, som antas å være en viktig årsak til at rådgivere ikke har oversikt over nye løsninger for hvert enkelt fagfelt, til enhver tid, og kan oppleves som konservative.

Som en mulig løsning, pekes det på at rådgivere kanskje ville vært tjent med å spesialisere seg mer på et smalere fagfelt.

Rådgivere utskiftes underveis i prosjektprosessen

Fire av respondentene peker på at rådgivere som er inne tidlig i prosjektprosessen og gjør forprosjektering, byttes ut av andre aktører som deretter utfører detaljprosjekteringen. At rådgivere byttes ut, medfører at de som er inne i forprosjekt, ikke får gjennomføre det de har tenkt, eller videreføre alt av kunnskap de har opparbeidet seg, gjennom ulike møter og arbeid med forprosjektering. En viktig konsekvens, som omtales av flere respondenter, er at rådgiverne i slike tilfeller ikke får mulighet til å innhente erfaringer, fordi de ikke ser om løsningene de har arbeidet med, fungerer når bygget tas i bruk.

Et mulig resultat av rådgivere i prosjekter, med den omtalte utfordringen, er at kompetanse relatert til erfaring blir mangelfull. Tre av respondentene opplever at rådgivere har manglende kompetanse. Tre av respondentene påpeker også at rådgivere har liten praktisk erfaring, både fra utdannelsen, og fra arbeidslivet.

Uttalelser fra respondentene viser at det kan være vanskelig, spesielt ved totalentrepriser, å unngå at prosjekteringsgruppen byttes ut etter at tidligfasen er ferdig, og prosjektet har gått ut på anbud. For å sørge for at rådgiveren ikke byttes ut, kan alternative entreprisformer vurderes. Byggherre-styrte entreprisformer gir byggherren kontroll over hvem han bruker gjennom hele prosjektet. Som tidligere omtalt, stiller en slik entreprisemodell store krav til byggherrens bestillerkompetanse, og det kan risikeres at det blir et dyrere bygg, sammenlignet med om det hadde blitt konkurrert på pris i en totalentreprise.

Utilstrekkelige simuleringer

Fire av respondentene opplever utfordringer knyttet til uriktige simuleringer. Det påpekes av en av respondentene, at det stort sett er programmet Simien som benyttes, selv om også programmet IDA-ICE brukes i noen sammenhenger. Utfordringer som trekkes fram, er at rådgivere ofte har lite forhold til hvor riktige tallene som fylles inn i programmet er. Dette har en sammenheng med at rådgiverne ikke får hente erfaring fra prosjekter og har liten praktisk erfaring fra utdannelsen. To av respondentene påpeker at det ofte er noe optimistiske verdier som benyttes i beregninger. Med dette menes at det kan legges inn tall som er gunstige for det endelige resultatet av simuleringen. Noen av respondentene opplever også at det benyttes verdier direkte fra aggregatkjøringer, som SFP og virkningsgrad for varmvexsler. Disse aggregatkjøringerne kan være fra tidlig i prosjektprosessen, og ikke gjelde for det spesifikke ventilasjonssystemet, som aggregatet blir en del av.

6.3.2.2 Arkitekter

I dette kapitlet presenteres problemstillinger knyttet til arkitekter. Det er to utfordringer som påpekes av spesielt mange respondenter. Disse er listet opp under, og presentert i hvert sitt påfølgende delkapittel. Utilstrekkelig kunnskap om ventilasjon trekkes fram av seks respondenter, mens en uhensiktsmessig fokus på naturlig ventilasjon, trekkes fram av fire respondenter.

- Utilstrekkelig kunnskap om ventilasjon
- Uhensiktsmessig fokus på naturlig ventilasjon

En annen utfordring som spesielt trekkes fram, er bruk av store atrium og glassfasader. Dette påpekes av tre respondenter fra de tekniske fagfeltene. Store glassarealer fører til større varmebehov og utfordringer knyttet til solinnstråling, som kan resultere i at det må installeres kjøling. Det påpekes at Byggteknisk forskrift er med på å regulere ned bruken av glassfasader og atrium. Nina Kielland mener bruk av glassgårder er positivt, og til dels misforstått, som hun forklarer på følgende måte:

«Glassgårder er en stor ventilasjonsteknisk utfordring fordi den tradisjonelle beregningsmetoden er for rom i en etasje og ikke over flere etasjer som glassgårder ofte er. I tillegg skal de beregnes på samme måte som resten av bygget. Dette har aldri vært meningen fordi det skal være et friskluftsbasseng for resten av bygget. Glassgårder skal dermed ikke til enhver tid være like varme eller kalde som områder ment for varig opphold. Variasjon i inn klima er viktig, både for å gi brukerne forandring, samt skape nye sosiale rammer. Det å gå ut, gjør at vi kommuniserer på en annen måte.

Bruken av glassgårder på denne måten, begrenses av konservative rådgivere og antagelig av Byggteknisk forskrift. Vi opplever det som vanskelig å få rådgivere med på tankegangen om at noe innemiljø kan være annerledes enn den en skal sitte i. Vi tror at glassgårder både er bra for innemiljø og er energi- og arealeffektive, dersom de anvendes riktig. Vi har forsøkt å bruke glassgård på denne måten, men møter stor motstand hos rådgivere som begrunner det utifra byggteknisk forskrift.»

To av respondentene opplever at noen arkitekter kan ha manglende respekt for andre fag, men flere påpeker at dette går begge veier. Som diskutert i kapittel 6.3.2.1 VVS-rådgivere, påpeker fire respondenter at rådgiverne er konservative, og dette kan være en årsak til at arkitektene ikke får til et godt samspill, og at deres visjoner og hensikter ikke forstås.

En annen utfordring som påpekes av respondentene er byggherrens ønske om å bruke minst mulig penger tidlig i prosjekter. Dette er omtalt nærmere i kapittel 6.3.1 Byggherrer. Svend

Johnny Breiby mener det er viktig at arkitekten får nok tid og penger i tidlig fase, til å gjøre en god jobb. Breiby forklarer dette på følgende måte:

«For å oppnå minst mulig komplikasjoner er det viktig at arkitekten får tilstrekkelig tid og midler tidlig i prosjektprosessen. Ofte har byggherren kun råd til å få bygget skissert. Dette resulterer i at arkitekten senere i prosessen må prosjektere mens det bygges. Det er en forutsetning for et bra ventilasjonsanlegg at arkitekten er med og tenker ventilasjon helt fra starten, ved å legge til rette for gode føringsveier for kanaler, og bygningsintegrert ventilasjon. «Bygget» inkluderer også ventilasjon, og må være designet for god luft. Det er ikke så enkelt at man ordner ventilasjonen etterpå»

Forfatteren bemerker at dette som Breiby påpeker, kan være med å forsterke bransjens inntrykk av at arkitekter har liten kunnskap om ventilasjon. I noen tilfeller kan dårlige arkitektoniske løsninger, med hensyn til ventilasjon, skyldes at arkitekten ikke har hatt midler til å benytte seg av den kunnskapen han besitter.

Under følger de to mest påpekte problemstillingene, som listet opp tidligere i kapitlet.

Utilstrekkelig kunnskap om ventilasjon

Seks av respondentene påpeker at arkitektene ofte har utilstrekkelig kunnskap om ventilasjon. En av utfordringene som påpekes, er knyttet til tekniske rom. Hvor tekniske rom lokaliseres i et bygg, og hvordan tilknytningen er til sjakter, har stor betydning for å få til energieffektive kanalnett, med lave lufthastigheter og trykktap. En annen utfordring er at teknisk rom og sjakter ofte ikke er av tilstrekkelig størrelse. Dersom de nevnte utfordringene ikke utbedres, vil de kunne resultere i dårligere energieffektivitet og inneklima. Ekstra kapasitet i ventilasjonsaggregater og sjakter, er viktig for fremtidig fleksibilitet.

Totalt åtte respondenter påpeker at arkitekten har liten kunnskap om ventilasjon, men to av disse omtaler det ikke som et problem. Det påpekes at arkitektene lærer lite om ventilasjon på skolen, og de som tilegner seg kunnskap i ettertid, gjør det på grunn av personlig interesse. Svend Johnny Breiby uttaler at arkitekter skal ha god kunnskap om ulike ventilasjonsprinsipper, men ikke nødvendigvis på detaljnivå som beregning av luftmengder og dimensjoner. Fire respondenter påpeker viktigheten av godt samspill mellom arkitekter og tekniske fag. Tre respondenter påpeker at problemer kan oppstå dersom arkitekten får designe et bygg alene, uten innspill fra tekniske fag. Denne utfordringen kan også sees i sammenheng med at rådgiveren ofte kommer for sent inn i byggeprosjekter, som er omtalt nærmere i kapittel 6.3.2.1 VVS-rådgivere. Arkitektenes begrensede kunnskaper, kan ha en sammenheng med at arkitekter

sjeldent henter inn erfaring fra prosjekter etter bygg er tatt i bruk, noe som påpekes av begge arkitektene.

Uhensiktsmessig fokus på naturlig ventilasjon

Fire av respondentene, inkludert begge kommunene, påpeker at arkitekter typisk ønsker å benytte naturlig eller hybrid ventilasjon, uten at de forstår utfordringene som er knyttet til dette. Begge arkitektene påpeker at det er en utfordring at rådgivere er negative til bruk av naturlig ventilasjon. Resultatene viser at det er en tydelig motsetning mellom arkitekter og de tekniske fagene, knyttet til formening om naturlig og hybrid ventilasjon. Det antas at det vil være en fordel for bransjen om arkitektene tar utgangspunkt i mekanisk balansert ventilasjon for yrkesbygg i Norge. På denne måten kunne unødvendig tidsbruk på diskusjon av tekniske løsninger vært unngått. Tekniske løsninger er diskutert nærmere i kapittel 6.2.

6.3.3 Utførende

I dette kapitlet presenteres utfordringer knyttet til de ulike utførende rollene i byggeprosjekter. Utførende på byggeplass kan inkludere ulike tekniske entreprenører for ulike fagfelt, det kan være en teknisk totalentreprenør, og det kan omfatte egne underentreprenører. Kapitlet er inndelt i underkapitler for ventilasjonsentreprenører, leverandører og montører. Leverandører er inkludert fordi de leverer produkter til entreprenørene og er organisert under entreprenøren.

6.3.3.1 Ventilasjonsentreprenører

Respondentene ser klart flest problemstillinger knyttet til ventilasjonsentreprenøren blant de ulike rollene i byggeprosjekter. Flere av respondentene uttaler at de har et generelt dårlig inntrykk av kvaliteten i entreprenørbransjen, men det pekes også på at det er store variasjoner fra avdeling til avdeling og person til person. Flere av respondentene har veldig gode erfaringer med enkelte aktører. Forfatteren bemerker at ventilasjonsentreprenøren ferdigstiller et produkt som er et resultat av en kompleks byggeprosess, med mange involverte aktører. På denne måten vil et dårlig prosjekt synliggjøres gjennom entreprenøren sitt arbeid, mens utfordringer som skyldes andre aktører og faser, ikke kommer like tydelig fram. Dette kan være en del av årsaken til at respondentene har et spesielt dårlig inntrykk av entreprenørrollen.

Følgende fire utfordringer tas opp av flest respondenter. Samtlige påpekes av halve respondentgruppen.

- Bruk av billige løsninger
- Mangelfull igangkjørings og overtagelsesfase
- Liten betalingsvilje for rådgivertjenester
- Manglende yrkesstolthet

Hver av disse fire utfordringene, samt mulige løsninger, belyses nærmere i hvert sitt underkapittel. Intervjuene avdekker også andre relevante utfordringer, utover disse fire, som er samlet opp i et eget delkapittel.

Bruk av billige løsninger

Et av de fire problemområdene hos entreprenøren som trekkes fram av flest respondenter er knyttet til bruk av billige løsninger som går utover ønsket kvalitet. Dette temaet trekkes spesielt fram av fem av de 10 intervjuede. Med at entreprenører bruker billige løsninger, menes at de ønsker å levere et minimum for å oppfylle kravspesifikasjon og forsøker å benytte billigere løsninger enn tiltenkt der det er mulig, uten at funksjon og kvalitet ivaretas tilstrekkelig. Sturla Ingebrigtsen nevner følgende eksempel på dette:

«Ofte skal de spare penger og bruker vanlig innreguleringsspjeld på de rommene som skal ha konstant luftmengde. Dette resulterer i at når de behovsstyrte sonene struper, så flytter ikke trykket seg tilbake til aggregatet, slik at det reguleres ned, men det flytter seg over i de rommene som skal ha konstant luftmengde. Som en følge av dette oppstår det støy, som flytter seg rundt i anlegget og det regulerer ikke. Det er mange av disse anleggene rundt omkring, der man ved å spare inn noen kroner, også ødelegger hele dynamikken»

Relatert til bruk av billige løsninger, er også gjenbruk av tidligere løsninger. Begge arkitektene trekker fram at entreprenørene ønsker å gjenbruke gamle løsninger og er lite innstilt på bruk av nye løsninger.

Respondentene omtaler bruk av billige løsninger som et problem i seg selv, samt at ventilasjonsentreprenøren kun leverer et minimum av hva de har mulighet til. Forfatteren bemerker at entreprenøren ikke kan få all skyld for dette alene. Så lenge kravspesifikasjon og Byggteknisk forskrift tilfredsstilles, har entreprenøren rent juridisk utført arbeidet tilstrekkelig. I denne sammenheng må de som utarbeider kravspesifikasjoner ta en del av ansvaret. En annen problemstilling som henger sammen med denne, er hvorvidt entreprenører utøver yrkes stolthet, ved å levere løsninger som bare akkurat tilfredsstillir kravspesifikasjonen. Dette omtales nærmere i det påfølgende delkapitlet «Mangelfull yrkes stolthet».

Når det gjelder dokumentasjon og beregninger, opplever flere at det gjøres forenklinger og tas snarveier. Begge kommunene peker på at SFP ofte ikke beregnes riktig. Luftmengdene som benyttes til beregning av SFP er ofte feil, og byggenes avtrekkssystemer kan være utelatt.

Det påpekes at både SFP, og virkningsgrader for varmegjenvinnere, ofte er sakset direkte fra aggregatkjøringer og ikke beregnet for det spesifikke ventilasjonssystemet i sin helhet. Med aggregatkjøringer menes teoretiske verdier, som beregnes i et simuleringsprogram, utført av aggregat-leverandøren. I tillegg til SFP trekker Geir Andersen fram innreguleringen:

«Det slurves mye med dokumentasjon, som bare blir papirarbeid. Jeg må krige for å få innreguleringsrapportene. Vi har hatt bygg der vi har sett at innreguleringsprotokollene har vært mangelfulle.»

Noe av bakgrunnen til at entreprenøren velger billige løsninger kan være at de generelt er presset på pris, som påpekes av tre respondenter. Dette skyldes at entreprenører må gi lave priser for å vinne anbudskonkurranser. Det påpekes av flere at det er mange små aktører som er villige til å gi veldig lave anbud. Tore Stenbråten beskriver dette på følgende måte:

«Ventilasjonsentreprenørene blir kjørt på alle mulige måter, skviset av totalentreprenører og forskjellige aktører som de tar jobber for. De har nok kanskje gode løsninger som de har lyst til å kjøre, men de vet at gjør de dette for kvalitativt bra, så får de ikke jobben. Så de er kreative og sier at enklere løsninger er tingen.»

At entreprenørene er presset på pris kan også skyldes forhold knyttet til totalentreprisen, som er en veldig vanlig entrepriseform i dag. Fem av de intervjuede trekker fram totalentreprisen som en av de viktigste grunnene til at entreprenøren velger billige løsninger. Med totalentreprisen blir ventilasjonsentreprenører ofte valgt kun på grunnlag av pris. Med denne entrepriseformen vil hver krone spart gå i egen lomme for ventilasjonsentreprenøren. En annen utfordring er at det ofte sitter en totalentreprenør mellom de tekniske fagene og byggherren, som ikke kjemper underentreprenørens sak, med mindre det er en økonomisk gevinst. Ettersom ventilasjonsentreprenøren har utfordringer med å kommunisere sine mulige løsninger til byggherren, er det spesielt viktig at totalentreprenøren og byggherren er overensstemte om hva som skal leveres, som påpekt av Nes (2014).

Løsninger på at entreprenøren bruker billige løsninger kan ligge i entrepriseformen. Nes (2014) peker på at en totalentreprenør, i hennes tilfellet HENT, kan sikre at innkjøp av underentreprenører gjøres på riktig grunnlag ved å minimere mulighetene for misforståelse av funksjonsbeskrivelser.

To av de intervjuede peker på at ved *delte entrepriser* vil ventilasjonsentreprenøren ha mindre mulighet til å bruke billige løsninger. Begge de intervjuede ventilasjonsentreprenørene mener at en teknisk totalentreprise er det beste valget. Med denne entrepriseformen tar entreprenøren ansvar for alle tekniske fag og har ofte kontrakt direkte med byggherren, sidestilt med byggentreprenøren.

Begge entreprenørene hevder at en løsning på noe av problematikken med totalentreprisen kan være å samle alle tekniske fag i en entreprise. Ved at en entreprenør tar på seg hele dette ansvaret, sikres det bedre at anleggene fungerer sammen ved overtagelse, sammenlignet med om det brukes en underentreprenør for hvert fag. Jens Petter Burud forklarer dette på følgende måte:

«Istedenfor å ha mange ulike tekniske entreprenører, som sammen skal levere de tekniske installasjonene i et bygg, så er det bedre å kjøpe alle de tekniske entreprisene ett sted. Med en teknisk totalentreprise, er det større sannsynlighet for at anlegget, som en helhet, fungerer ved overlevering.»

Egil Sørensen uttaler at for å overleve langsiktig som teknisk totalentreprenør, bør det ikke nødvendigvis alltid være aktuelt å kun konkurrere på pris, men heller på gjennomføringsevne og kunne se alternative løsninger, også utover det som blir forespurt. Videre utdyper Egil Sørensen:

«Jeg tror vi vil se mer av at det er like viktig å kunne levere en god løsning til riktig pris, med god gjennomføring, enn å være de siste 1-2 % billigere enn konkurrentene. Det er fler og fler av våre kunder som ser at dette er viktig. Skikkelighet og langsiktighet settes høyt.»

Trondheim kommune har gode erfaringer med å benytte gjennomarbeidede anbudsgrunnlag, som låser entreprenøren opp mot ønskede løsninger. Trondheim kommune har brukt mye ressurser på å utarbeide en kravspesifikasjon for VVS-tekniske anlegg, som benyttes i alle kontrakter (Trondheim_eiendom, 2014). Denne stiller blant annet krav til energieffektivitet og SFP.

Leverandørene trekker fram at mye av deres arbeidshverdag går på å bistå entreprenører i prosjekter, blant annet med valg av produkter og løsninger.

Mangelfull igangkjørings- og overtagelsesfase

Funnene i denne oppgaven viser at igangkjørings- og overtagelsesfasen er en av de største utfordringene. Fem av respondentene trekker fram problematikken hos entreprenøren som er relatert til denne fasen.

Begge leverandørene opplever at når nye ventilasjonsanlegg skal igangkjøres kan entreprenøren sette aggregatet på «auto», en forhåndsinnstilling fra aggregatleverandøren, for så å forlate anlegget uten videre kontroll. Så lenge det går luft, det ikke støyer og ingen klager, sier entreprenøren seg fornøyd. Typisk kan også være at det er kontrollert at det er luft på romnivå, men ikke om systemet som en helhet regulerer opp og ned med behovet som det skal. Fire av de 10 intervjuede trekker fram mangelfull feilsøking og feilretting hos entreprenører.

Tre av intervjuobjektene, derav begge kommunene, opplever at det ofte kan være dårlig innregulerte ventilasjonsanlegg. Dette går på ubalanser i trykk, som typisk merkes på at det er en motstand når dører skal åpnes eller lukkes. Dårlig innregulerte anlegg kan føre til at det totalt går med mer luft enn nødvendig, og dermed brukes mer energi.

Mulige løsninger som trekkes fram for å få til bedre igangkjøring og overtagelse, kan være å samle alle underentreprisene hos en entreprenør, i en teknisk totalentreprise, samt og følge

Sintefs publikasjon om krav og overlevering for anlegg med behovsstyrt ventilasjon (Mysen and Schild, 2013a).

Liten betalingsvilje for rådgivertjenester

En av utfordringene som flest respondentene ser hos entreprenøren, er liten vilje til å betale tilstrekkelig for å få gode rådgivertjenester. Fem av respondentene trekker fram at i de tilfellene der rådgiveren prosjekterer for en entreprenør, blir de ikke alltid gitt mulighet til å gjøre en tilstrekkelig jobb. Respondentene trekker fram at entreprenører ønsker at rådgiveren skal gjøre minst mulig og prosjektere så billige løsninger som mulig, slik at det følgelig blir penger spart for entreprenøren. Selv om rådgiveren kan se at en løsning ikke blir optimal energiteknisk, får han ikke velge bedre løsninger fordi entreprenøren ikke har tilstrekkelige økonomiske rammer eller betalingsvilje, og kan dermed føle seg presset på pris kontra kvalitet. Tre av respondentene trekker fram totalentreprisen som en mulig årsak til dette problemet.

Manglende kontroll av tegninger fra rådgivere trekkes fram av begge leverandørene. Denne problematikken forsterker den ufullstendige prosjekteringen som kan oppstå når rådgivere prosjekterer for entreprenører. I tilfeller der rådgiveren er presset på pris, slik at det går utover kvaliteten, og heller ingen kontrollerer denne kvaliteten, vil det kunne føre til problemer. I situasjoner som dette vil tegninger med dårlig kvalitet, gå direkte til montøren, og utgjøre et dårlig utgangspunkt for gjennomføringen på byggeplass.

Manglende yrkesstolthet

Flere av de intervjuede peker på utfordringer relatert til en manglende yrkesstolthet hos entreprenørene. Dette handler om at entreprenører har et så høyt fokus på økonomi, at det går utover kvaliteten på deres prosjekter. Fire respondenter peker på entreprenørens faglige stolthet og integritet, der det er et for mye fokus på økonomisk gevinst, og for lite på å gjøre en ingeniørtjeneste og levere gode feilfrie anlegg.

Andre utfordringer

Fire av respondentene trekker fram utfordringer knyttet til utførelse på byggeplass. Dette dreier seg om dårlige strømnings tekniske kanalnett, deler av anlegg som aldri blir levert, samt lettvinde løsninger og feil som oppstår på grunn av tidspress og dårlig kommunikasjon. En annen utfordring med utførelsen er fremdrift. Seemi Lintorp forklarer på følgende måte, hvordan forsinket fremdrift kan påvirke Trondheim kommune:

«Det er ikke alltid vi har mulighet til å utsette åpningen av et bygg fordi ulike aktører er forsinket. Eksempelvis kan vi ikke utsette åpningen av en

barnehage med tre uker, fordi ventilasjonsentreprenøren skal gjøre seg ferdig. Realiteten er enkelte ganger at vi tvinges til å ta over anlegg som ikke er ferdig, fordi at barnehagen må flyttes inn i før barna kommer»

Egil Sørensen peker på at sannsynligheten for feil utførelse øker fordi man risikerer å begynne og bygge før man har fått prosjektert ferdig. Dette skyldes at byggetiden ofte er under press og at utførende entreprenør gjør det slik det ble gjort på forrige tilsvarende prosjekt, fordi man ved oppstart ennå ikke vet helt hva som skal være sluttresultatet. Sørensen peker på at den pressede byggetiden stiller større krav til planlegging for alle fagfelt.

Feil kan også oppstå som en følge av mange aktører, misforståelser og flerspråklige byggeplasser. Ofte kan det være mange underentreprenører, med ansvar for hver sine fagfelt, som gir utfordringer knyttet til samspill.

Som løsninger på problematikken knyttet til utførelse påpekes det, foruten bedre planlegging og mer avsatt tid, på bedre ledelse og oppfølging av utførende montører.

Begge leverandørene forteller at de er mye med i gjennomføringen og hjelper entreprenøren.

Det trekkes fram som en utfordring at entreprenøren kommer for sent inn i prosjektene med sin kompetanse. Dette trekkes fram av tre av respondentene, deriblant begge leverandørene. Hvis de som skal oppføre bygget fysisk, blir inkludert tidlig i en samspillsfase, sikrer dette at grensesnittene forstås.

6.3.3.2 Leverandører

Dette kapitlet omfatter alle aktører som leverer komponenter og systemer, som inngår i ventilering av bygg. Eksempler på produkter som leverandørene leverer, er ventilasjonsaggregater, motoriserte spjeld, anlegg for sentral driftskontroll og ventiler.

Et begrenset antall av respondentene trekker fram utfordringer hos leverandørene. Egil Sørensen opplever lite problematikk, og utdyper dette på følgende måte:

«Jeg føler egentlig at vi ikke har så mange feil på komponentene som leveres. Hvis vi får bestemt oss for leverandør og løsning tidsnok, og er enige om hva som skal leveres, så har vi relativt god kontroll på komponentene. Trolig har vi denne kontrollen fordi vi er nøye på hvem vi kjøper av. Som teknisk entreprenør har vi et ansvar for å stille krav til våre leverandører, og våre kunder.»

6.3.3.3 Montører

I dette kapitlet presenteres utfordringer knyttet til montører, som omfatter alle som utfører montasje av ventilasjonsanlegg på byggeplass. Tre av respondentene påpeker at det ligger utfordringer i utførelse på byggeplassen, men en stor andel mener at utfordringer ikke skyldes montørene selv. Syv av respondentene påpeker at dårlig montasje ofte skyldes at de gis et dårlig utgangspunkt å arbeide ut ifra, samt utilstrekkelig prosjektledelse. Mangelfull kompetanse påpekes av fire respondenter. De to sistnevnte utfordringene er listet opp nedenfor, og er utdypet i hvert sitt påfølgende delkapittel.

- Blir gitt et dårlig utgangspunkt
- Mangelfull kompetanse

Andre utfordringer som påpekes er knyttet til flerspråklige byggeplasser, et stort antall aktører på byggeplass, og forhold knyttet til totalentrepriser. Tre respondenter påpeker at utenlandsk arbeidskraft kan føre til kommunikasjonsproblemer, og i så måte være en årsak til at feil oppstår. To respondenter påpeker at feil kan oppstå fordi det ofte er et høyt antall ulike aktører på byggeplass. To respondenter påpeker at det spesielt for totalentrepriser, ofte kan være mange underentreprenører, samt kort montasjetid.

Blir gitt et dårlig utgangspunkt

Syv av respondentene, deriblant rådgiverne og leverandørene, påpeker at feil som oppstår i montasjen hovedsakelig skyldes eksterne faktorer. Det pekes spesielt på dårlige tegningsunderlag og utilstrekkelig ledelse fra ventilasjonsentreprenøren. I byggeprosjekter er ofte montørene underlagt ventilasjonsentreprenører, enten ved at de er en del av firmaet, eller at de er innleid fra egne montasjefirmaer. Det er entreprenørens ansvar å kontrollere at prosjektering er gjort riktig, og at tegninger er i orden. Dersom fremdriften og de tekniske løsningene, ikke er planlagt godt nok, vil dette gi utfordringer for montørene.

Mangelfull kompetanse

Fire respondenter, inklusive leverandørene, påpeker at mange montører har liten kompetanse om energieffektiv ventilasjon, og hva som er strømnings teknisk gode løsninger. Dette kan føre til høyere energibruk enn forventet, fordi montøren utfører kanaler høye trykktap, uten å selv vite det. Sturla Ingebrigtsen forklarer noe av bakgrunnen for den manglende kompetansen og nevner eksempler på dårlig montasje:

«Mange montører har veldig liten forståelse for ventilasjon. De har ofte ingen fagutdanning og har lite grunnlag for å vurdere om det de gjør er bra

strømningsteknisk. Veldig få blikkenslagere er montører, fordi det er lite attraktivt for dem. Blikkenslager som har lært hvordan det skal gjøres strømningsteknisk bra, påvirkes til å gjøre det enkelt og billig.

Typiske eksempler på dårlig montasje er påstikk uten innvendig radie og bruk av såkalte kort-bend. Ofte kan DCV-sjeld som monteres nært avgreining, få bedre nøyaktighet dersom påstikket er en dimensjon større enn DCV-sjeldet. Ved å øke dimensjonen reduseres turbulens og trykktap. Typisk dårlig montasje av DCV-sjeld er for liten avstand til forstyrrelser som bend, påstikk og lydempere med innsnevring/lydbaffel. Dette resulterer i at luftmengden ikke måles riktig, og dermed vil ikke DCV-sjeldet gi riktig luftmengde. Da blir noe av hensikten borte. Man opplever også ofte at sjeldene er utilgjengelige for betjening»

For å unngå dårlig montasje er det viktig at montører gis nok opplæring. Mye av ansvaret for den dårlige montasjen ligger hos bestillerleddet, som ofte er entreprenøren. Dårlig prosjektledelse og manglende kontroll av tegningsunderlag, utgjør dårlige utgangspunkt for montasjen. Frode Holthe påpeker at det er viktig at det utføres en god internkontroll, som han forklarer på følgende måte:

«Det er viktig at montørene har en bra internkontroll, og at de ikke venter med den til slutt, men at den tas underveis. På denne måten får de korrigeret feil, spesielt hvis de har noen som er fersk, eller på andre måter har litt lite erfaring med den type jobb»

6.3.4 Driftsansvarlige

I dette kapitlet presenteres problemstillinger knyttet til driftsansvarlige. Drift kan for eksempel utføres av eieren selv, innleide eksterne spesialiserte firma, eller av en av de tekniske aktørene. Store byggeiere og kommuner har gjerne en egen driftsorganisasjon bestående av en kombinasjon av fagfolk og vaktmestere.

Respondentene påpeker spesielt utilstrekkelig kompetanse hos driftsansvarlige, som påpekes av seks av respondentene. Fire av respondentene peker på dårlig drift, som antas å hovedsakelig skyldes manglende kompetanse. Følgende punkt er diskutert i påfølgende delkapittel.

- Utilstrekkelig kompetanse

Respondentene peker også på andre mulige årsaker til dårlig drift. En mulig årsak til at anlegg ikke driftes tilstrekkelig kan være at driftsansvarlige blir gitt et dårlig utgangspunkt i det de overtar et anlegg. Tre av respondentene påpeker at det er utfordringer knyttet til veldig komplekse anlegg, som kan være vanskelig å få oversikt over. Disse skal kanskje styres på måter som kun den som har designet anlegget, fullt ut forstår. Et høyt antall komponenter gir også mange potensielle feilkilder.

To av respondentene påpeker at denne fasen vies for lite oppmerksomhet og at byggeiere ofte sier seg fornøyd dersom det ikke klages på dårlig inneklima.

Utilstrekkelig kompetanse

Seks av respondentene peker på problemstillinger knyttet til at driftsansvarlige har veldig varierende, og i noen tilfeller utilstrekkelig, grad av kompetanse til å drifte tekniske anlegg godt. Tore Stenbråten trekker fram utilstrekkelig drift som en av de største årsakene han ser til at bygg blir mindre energieffektive enn de kunne blitt. Stenbråten forklarer dette på følgende måte:

«Det er klart at dersom du har en som drifter godt, så vil du kanskje oppdage det, hvis det ikke var gjort en bra nok jobb i overtagelsen av bygget, og sørge for at feil utbedres. Jeg tror god drift er det viktigste, kanskje også viktigere enn overtagelsen av bygget.»

Utilstrekkelig kompetanse hos driftsansvarlige påpekes av begge kommunene og trekkes spesielt fram som et typisk problem hos mindre kommuner. Flere respondenter påpeker at tekniske anlegg er veldig kompliserte i dag. Disse omfatter ofte luftbehandling, luftfordeling, inneklima, oppvarmingssystem, varmpumper og kjølemaskiner. For å kunne drifte dagens tekniske anlegg, påpekes det at driftsansvarlige må ha god kunnskap, helst på ingeniørnivå. Det påpekes at det ikke lengre er tilstrekkelig med den tradisjonelle vaktmesteren med tilholdssted

på bygget, som ofte ikke har tilstrekkelig kompetanse til å drifte dagens kompliserte tekniske installasjoner.

To respondenter påpeker at de som drifter anlegg bør få delta i igangkjøringsfasen i prosjekter for å lære seg anlegget å kjenne og overta kompetanse fra de utførende aktørene. Årsaker til at driften ofte ikke blir optimal, kan i en del tilfeller være manglende kompetanse hos driftsansvarlig, som omtalt i forrige delkapittel.

Store driftsorganisasjoner besitter ofte mye kompetanse. Eksempler som trekkes fram, er St. Olavs hospital, Drammen kommune og Trondheim kommune. Seemi Lintorp påpeker at drifternes kompetanse i Trondheim kommune også kunne vært bedre. I Trondheim kommune har de 1,2 millioner m² oppvarmet areal, fordelt mellom 100 driftsoperatører / vaktmestere. I tillegg til disse, har Trondheim kommune åtte fagpersoner, som sitter sentralt og styrer SD-anleggene. Lintorp forklarer utfordringene på følgende måte:

«I forhold til å få til nok opplæring, kan vi nok bli bedre. Jeg tror vi har spesielt mye å gå på når det gjelder vaktmestrene ute på anleggene. Veldig mange av disse har fagbrev, mens andre for eksempel har vært malere, og har dårligere forutsetninger for å drifte et ventilasjonsanlegg. I utgangspunktet har vaktmestrene ansvar for faste bygg. Ferieavvikling og sykemeldinger, samt bytting av bygg mellom vaktmestrene, gjør at opplæringen på de enkelte byggene, kan bli bedre. Dette kan eksempelvis oppnås, ved at vi får til en overlapping, med gammel og ny vaktmester, før skiftet skjer.»

I Drammen kommune har de kun fem driftsoperatører eller vaktmestre, som deler ansvaret for totalt 300 000 m² areal. Disse utfører arbeidsoppgaver på byggene, men har ikke ansvar for tekniske anlegg. Til å utføre teknisk drift, har Drammen kommune tre spesialister på varmpumper, SD-anlegg og ventilasjon. Geir Andersen opplever at denne organiseringen fungerer svært godt, som han forklarer på følgende måte:

«For å bli god på drifte et anlegg, er det essensielt å ha et godt SD-anlegg, og ikke minst en som er dyktig på å bruke det. Det er stor mangel på dette i bransjen, og det er vanskelig å bli god når dette er noe som man kun arbeider med sporadisk. I Drammen har vi et lite team på tre mann, som kontrollerer 80 bygg via SD-anlegg. Disse bruker totalt et halvt årsverk på drift av de tekniske anleggene. Det at vi har et så lite team med dyktige personer, gir korte beslutningsveier og svært effektiv drift».

Som mulige løsninger på manglende kompetanse hos driftsansvarlige, pekes det på at det må gis grundig opplæring, eller ansettes personer med tilstrekkelig kompetanse. Dersom det er

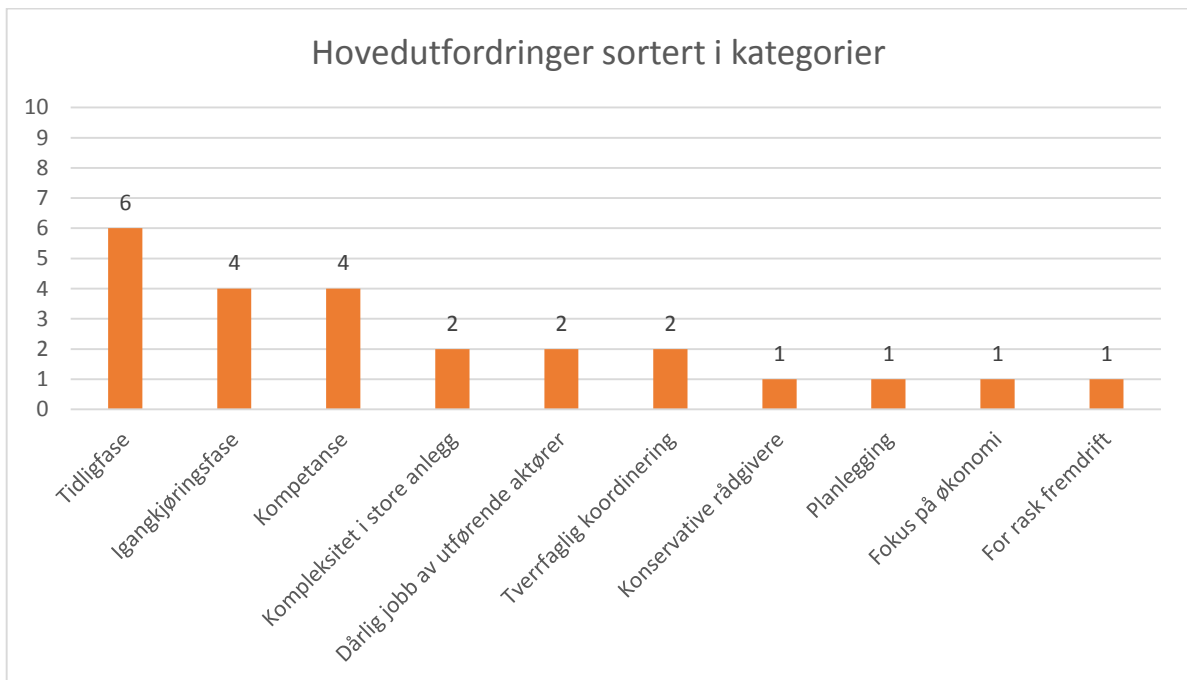
utfordrende for en byggeier å selv skaffe tilstrekkelig kompetente personer til drift av sine bygg, påpekes det av flere at det bør vurderes å kjøpe denne tjenesten eksternt. En ekstern aktør trenger ikke å være på bygget til enhver tid, men kan overvåket anlegget via SD-anlegg, og kunne være på bygget ved behov.

Begge de tekniske entreprenørene påpeker at de gjerne kan utføre drift av tekniske anlegg. Egil Sørensen forklarer at dette kan være fordelaktig:

«Som teknisk entreprenør, kan vi godt ta på oss ansvaret for drift og vedlikehold av tekniske installasjoner. Det kan være fordelaktig at entreprenøren, som har bygd et anlegg, selv drifter det i ettertid, fordi det er de som kjenner anleggene og systemene best»

6.4 Hvilke utfordringer ser respondentene på som viktigst?

Samtlige intervjuobjekter er spurt om å trekke fram to til tre hovedutfordringer knyttet til det å oppnå velfungerende energieffektiv ventilasjon. Intervjuobjektene trekker fram en rekke ulike tema, som er sortert i kategorier og presentert nedenfor. Grafen viser hvor mange av respondentene som har påpekt hovedutfordringer i de ulike kategoriene. Følgelig er ingen av respondentene telt flere ganger innad i samme kategori.



Figur 4: Hovedutfordringer sortert i kategorier . Y-aksen viser antall respondenter

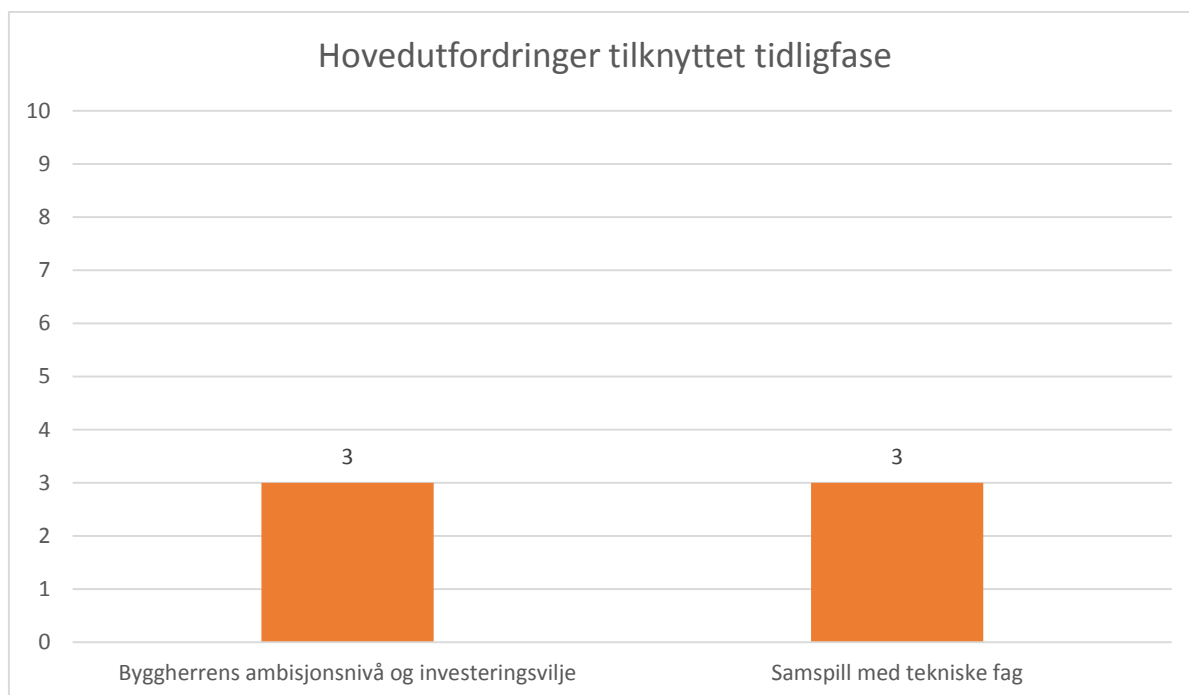
De tre oftest påpekte kategoriene tidligfase, avslutningsfase og kompetanse, er presentert i egne påfølgende underkapitler. Disse kapitlene omhandler altså:

- Tidligfase, før en eventuell totalentreprise eller detaljprosjektering, og da spesielt utfordringer knyttet til byggherren.
- Slutfase i prosjekter, der anleggene skal igangkjøres, funksjonstestes og overleveres.
- Kompetanse

De resterende syv kategoriene er presentert i underkapittel 0.

6.4.1 Tidligfase og byggherre

Av de 10 intervjuede trekker syv fram utfordringer i tidligfase blant sine største utfordringer med å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon. Av disse syv er det fire som angår utfordringer knyttet til byggherren og da i forhold til ambisjonsnivå og investeringsvilje, som innebærer at energiambisjonene avklares tidlig i prosjektet og ikke er noe som kommer underveis når mange valg er tatt. Tre av respondentene peker på manglende samspill med tekniske fagfelt, der de ikke inkluderes i tidligfase.



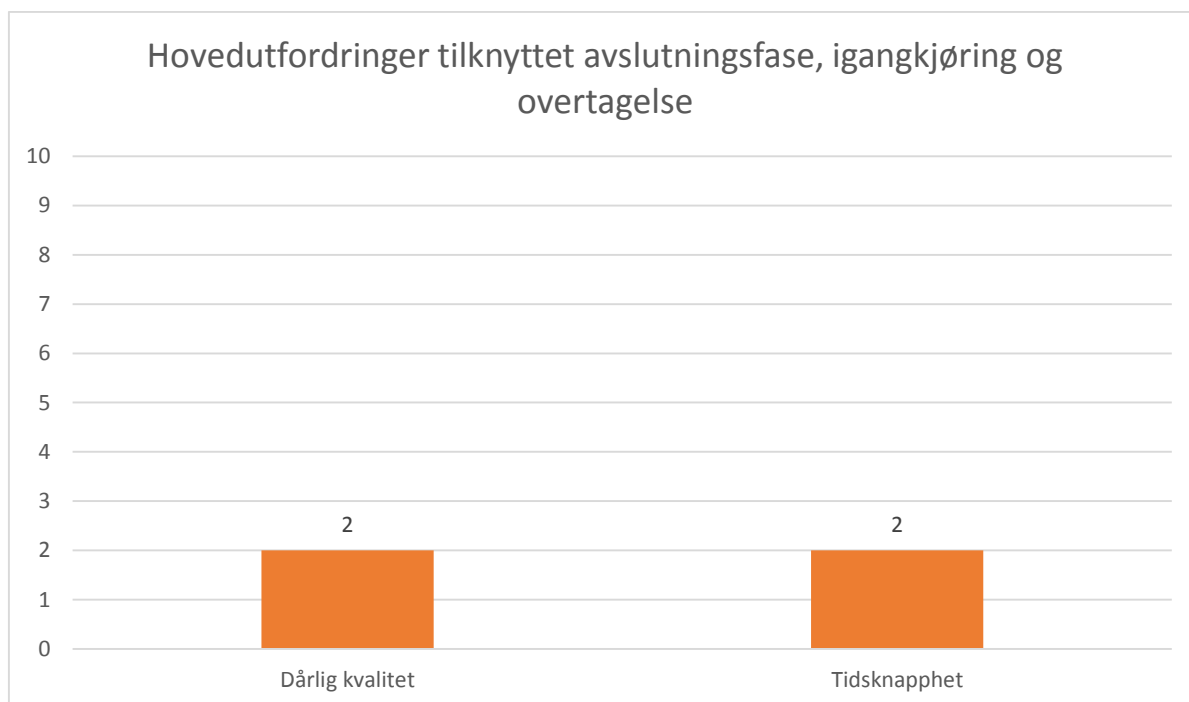
Figur 5: Hovedutfordringer tilknyttet tidligfase . Søylene viser de ulike hovedutfordringer som respondentene har påpekt i tilknytning til tidligfase. Y-aksen viser antall respondenter

Egil Sørensen trekker spesielt fram at effekten av å kunne påvirke sluttresultatet av utført arbeid, er størst i et prosjekts tidligfase. Dette stemmer overens med funnene til Nes (2014). Denne sammenhengen fremgår også av figur Figur 2.

Begge de intervjuede ventilasjonsentreprenørene peker på at de tekniske fagpersonene, som skal bygge de tekniske anleggene ofte kommer for sent inn i prosjektene, og bør være med i tidligfasen der byggene planlegges. Dette trekkes også fram av flere av de andre intervjuede, uten at de oppgir det som en av de største utfordringene.

6.4.2 Igangkjøringsfase

Utfordringer i forbindelse med avslutningen av byggeprosjekter, der anlegget igangsettes, funksjonstestes og overleveres, trekkes spesielt fram av seks av de intervjuede. Fire av de seks oppgir dette som en av de største utfordringene med å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon. Intervjuobjektene trekker fram at det ofte er tidsknapphet i denne fasen og at hvis noen av fasene tidligere i prosjektet blir forlenget, er dette den fasen som det kortes ned på, eller den blir delvis anvendt til å fullføre utsatt arbeid.



Figur 6: Hovedutfordringer tilknyttet avslutningsfase, igangkjøring og overtagelse . Søylene viser de ulike hovedutfordringer som respondentene har påpekt i tilknytning til denne kategorien. Y-aksen viser antall respondenter

Seemi Lintorp i Trondheim Eiendom uttaler følgende:

«Det jeg opplever i min hverdag, er problemer i forbindelse med overtagelse, som at feil ikke rettes opp før bygget tas i bruk. Slike feil er kostbare å rette opp i ettertid. Også brukeren har en kostnad med det ved at han opplever at ting ikke fungerer og får da et dårlig førsteinntrykk og må leve med ulempene. Også har du det med at vi må drive å feilsøke og finne feilen og ta opp kampen med entreprenøren for at de skal komme tilbake og rette opp, ting tar så lang tid og det blir etterslep. Det settes av for lite tid til idriftsettelse, funksjonstesting, tverrfaglig testing, og til å verifisere at anleggene leverer det de skal. Her er det mer å gå på enda.»

Flere intervjuobjekter trekker fram at det ofte kan oppstå utfordringer under igangkjøring av anlegg, knyttet til at det er mange underleverandører og grensesnitt. Seemi Lintorp trekker spesielt fram utfordringer knyttet til fremdrift:

«I dag kan det gjøres en visuell befaring i 3D på PC. En slik befaring har blitt brukt på flere anlegg jeg har vært tilknyttet, men jeg ser at disse BIM-modellene de utnyttes ikke 100 %. Med dagens teknologi er det ingen grunn til å bygge anlegg der det oppstår dramatiske feil.»

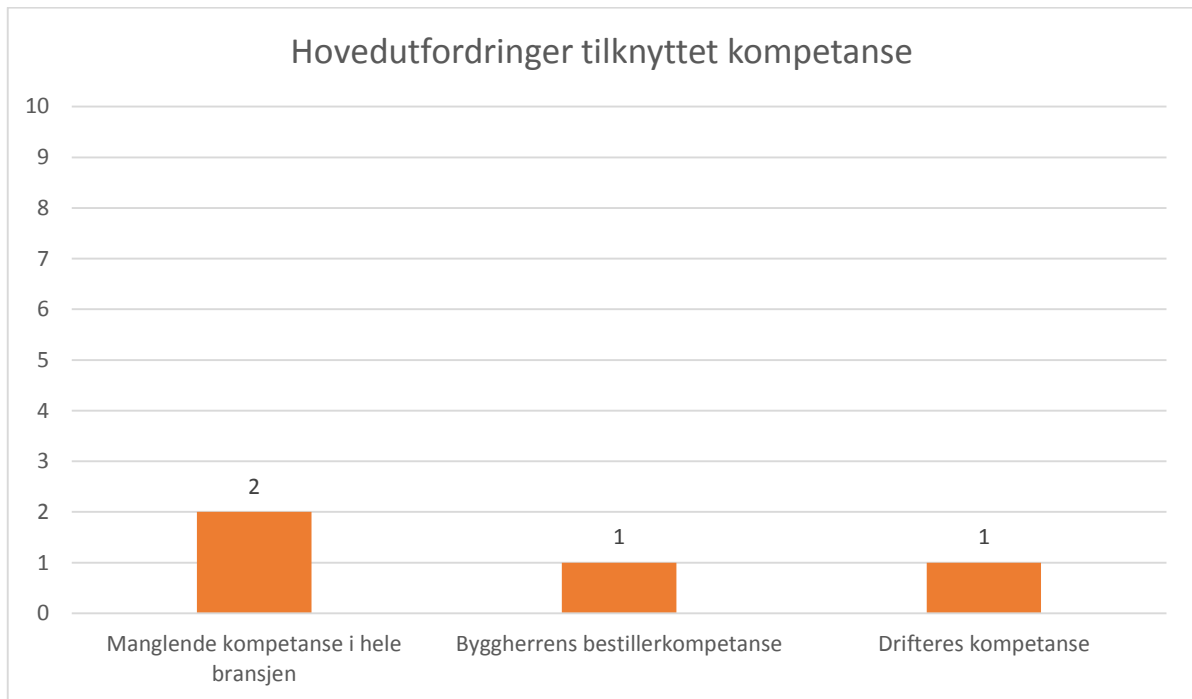
Begge leverandørene trekker fram at det er viktig å ha klare prosedyrer for hvordan anlegg skal funksjonstestes. Som en mulig løsning, pekes det på bruk av Sintefs publikasjon om krav og overlevering for anlegg med behovsstyrt ventilasjon (Mysen and Schild, 2013a). Sturla Ingebrigtsen mener at det vil være en stor forbedring om bransjen følger denne veiledningen til en viss grad, og uttaler følgende:

«I denne Sintef-veiledningen er det gjort veldig omfattende. En mellomting mellom denne og hvordan det har blitt gjort tidligere, vil være en stor forbedring, og vil avdekke en stor andel av feilene som kan oppstå.»

En måte å sørge for at det settes av nok tid til kontroll av ferdige anlegg kan være å følge den kommende standarden for prøvedrift. Flere respondenter påpeker at en god prøvedrift er veldig viktig for å avdekke feil og stiller seg positive til bruk av dette.

6.4.3 Kompetanse

Fire av de ti intervjuede trekker fram mangel på kompetanse som en av de største utfordringene.

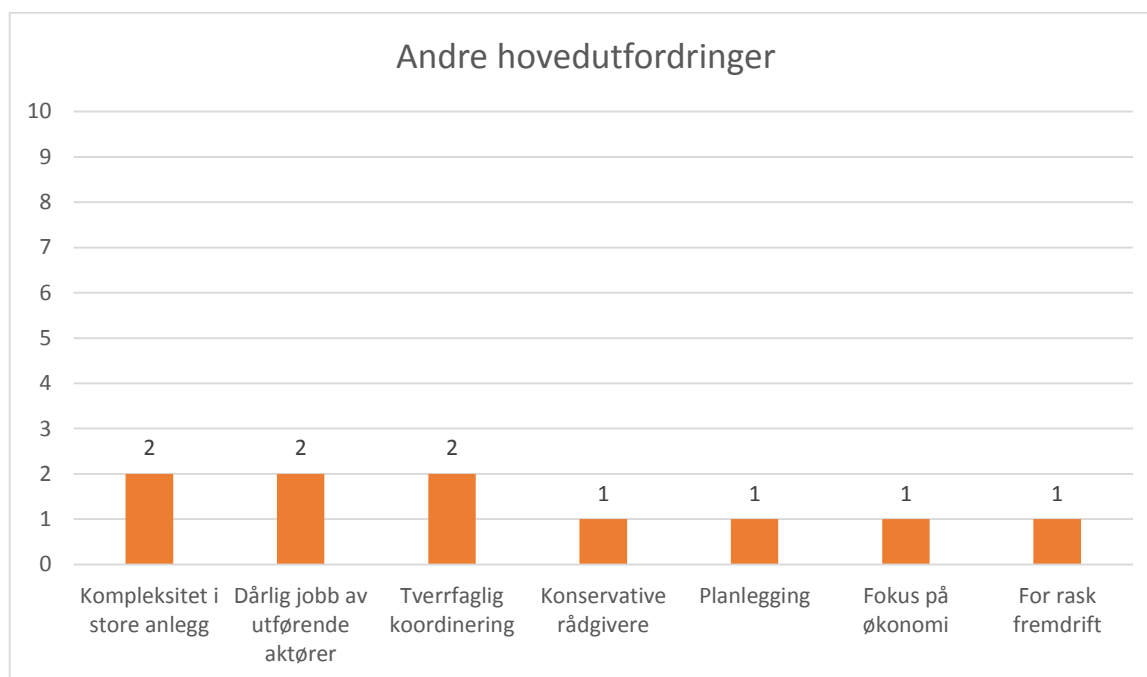


Figur 7: Hovedutfordringer tilknyttet kompetanse . Søylen viser de ulike hovedutfordringer som respondentene har påpekt i tilknytning til denne kategorien. Y-aksen viser antall respondenter

Dette gjelder kompetansenivå i alle ledd, spesielt om behovsstyrt ventilasjon. Bestillerkompetanse trekkes fram, og da spesielt som et problem hos byggherre, men også hos totalentreprenør. Kompetanse til å kunne drifte moderne anlegg trekkes fram, blant annet det å kunne hente ut informasjon fra et SD-anlegg. Ulike utfordringer knyttet til kompetanse, er belyst nærmere i kapittel 6.

6.4.4 Andre hovedutfordringer

I dette kapitlet omtales hovedutfordringer som ikke er presentert i de tre foregående kapitlene.



Figur 8: Andre hovedutfordringer . Søylene viser de ulike hovedutfordringer som respondentene har påpekt i tilknytning til denne kategorien. Y-aksen viser antall respondenter

Undersøkelsen viser at det ofte er mange aktører som leverer ulike tekniske systemer på bygg i dag og at det ofte kan være utfordringer knyttet til grensesnittene mellom disse. Respondentene peker på at mangelfullt samspill mellom ulike installasjoner i bygg ofte kan føre til redusert energieffektivitet og dårligere innelima enn forventet. To personer hevder at dette er en av de største årsakene til reduserte ytelser i ventilasjonsanlegg. Bruk av teknisk integrator (ITB) kan være en del av en løsning på flere av problemstillingene som belyses i rapporten. Respondentene mener at ITB-rollen er veldig viktig for å sørge for å tydeliggjøre grensesnitt og sørge for at aktørene får tilstrekkelig informasjon for å gjøre en god jobb. ITB-rollen kan tidlig i byggeprosessen stille viktige og vanskelige spørsmål, men også være en ressurs i igangkjøringsfasen.

Med unntak av at rådgivere er konservative i valg av løsning og at bransjen har et stort fokus på økonomi, antar forfatteren at alle problemstillingene i Figur 8 kan bedres ved bruk av teknisk integrator.

Dårlig jobb av utførende aktører og utilstrekkelig tverrfaglig koordinering trekkes fram. Noe av årsaken til dette kan være at det benyttes mange underentreprenører. Dette gjelder spesielt for totalentrepriser, som påpekes som utfordring av flere respondenter.

Jens Petter Burud forklarer noe av problematikken knyttet til denne entreprisformen på følgende måte:

«Ofte sitter en totalentreprenør og kjøper inn delentrepriser. Utvelgelsen går gjerne på pris, også velger de forskjellige entreprenører for hvert fag. De som får de ulike kontraktene skal til sammen tilfredsstillende en kravspesifikasjon, og da er det alltid en utfordring å få de forskjellige tekniske anleggene til å fungere sammen. For å få til dette bør det alltid være noen som har rollen som teknisk integrator. Det er en årsak til at det ofte ikke fungerer, for at å få de tekniske anleggene til å fungere sammen, det må det legges arbeid i.»

7 Diskusjon av mulige løsninger

I dette kapitlet diskuteres mulige løsninger for å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon som tilfredsstillende forventede ytelser. Noen løsninger på spesifikke problemstillinger diskuteres underveis i kapittel 6 Resultater fra intervjuer. Her fokuseres på de løsningene som respondenter, veileder og litteraturstudiet har avdekt, samt forfatterens egne refleksjoner.

ITB-ansvarlig

Bruk av ITB-ansvarlig anses som gunstig for å oppnå flere anlegg med godt fungerende energieffektiv ventilasjon. I kapittel 6 presenteres dette som en del av løsningen på en rekke problemstillinger. Respondentene er samstemte om at bruk av ITB-ansvarlig er gunstig og flere anbefaler at dette brukes i alle prosjekter. Bruk av denne rollen minker sannsynligheten for at det oppstår feil og at ventilasjonsanlegget ikke oppfyller funksjonskrav. På denne måten kan potensielle kostnader på utbedringer i igangkjøringsfase reduseres. Ansettelse av ITB-ansvarlig og samspillsmøter mellom entreprisene kan medføre en kostnad for aktuelle aktører som deltar i prosjektorganisasjonen. Det avhenger derfor av at byggherren og/eller totalentreprenøren må se gevinsten av dette og være villige til å ta denne kostnaden. I denne masteroppgaven er ikke disse to aktørene intervjuet, og det er derfor ikke kjent for forfatteren hva deres oppfatning om bruk av ITB-ansvarlig er.

Prøvedrift

Bruk av den kommende standarden for prøvedrift kan utgjøre en del av løsningen på flere av problemstillingene som belyses i kapittel 6. Dårlig kvalitet og tidsknapphet i igangkjøringsfasen trekkes fram som en av de største årsakene til at ytelser av ventilasjonsanleggs forringes. Ved å følge ny NS for prøvedrift av tekniske installasjoner kan det bedre sikres at denne viktige fasen vies nok tid, samt at en større andel feil avdekkes og at entreprenører blir flinkere til å utbedre disse feilene. Undersøkelsen har avdekt at en stor andel av respondentene mener denne fasen er veldig viktig og bør fokuseres på, men flere har ikke kjennskap til standarden som er under utarbeidelse.

Alternative entreprisemodeller

Prispress hos rådgivere kan føre til at det blir valgt billigere løsninger. For å gjøre noe med dette kan det vurderes å benytte andre entreprisformer. Respondentene er delte når det gjelder om

løsningen er å benytte en annen entreprisform, men flere påpeker at entreprisformer som i større grad er styrt av byggherren kan være et bedre alternativ. Noen av respondentene mener også at totalentreprisen fungerer godt.

Dersom det benyttes byggherrestyrte entreprisemodeller, der byggherren inngår kontrakter direkte med de ulike aktørene, kan det muligens være enklere å kvalitetssikre sluttproduktet. En slik entreprisemodell stiller store krav til byggherrens bestillerkompetanse, og det kan risikeres at bygget blir dyrere sammenlignet med om det hadde blitt konkurrert på pris i en totalentreprise.

En teknisk totalentreprise gir færre involverte aktører i prosjektorganisasjonen, samtidig som byggherren får sikret konkurranse. Det antas at entreprenøren lettere kan gjøre en god jobb dersom han har ansvar for alle de tekniske fagene. Enkelte trekker også fram at for å få til bedre igangkjøring og overtagelse, vil det muligens være en bedre løsning å samle alle underentreprisene hos en entreprenør i en teknisk totalentreprise. For å unngå at prosjekteringsgruppen byttes ut kan det være nødvendig med en større grad av byggherrestyrte entreprisformer.

To av de intervjuede peker på at ved delte entrepriser vil ventilasjonsentreprenøren ha mindre mulighet til å bruke billige løsninger.

For å vurdere hvilken entreprisform som er best, trengs det videre forskning.

Innkjøp av ekstern kompetanse, drifting av anlegg

Det framkommer at det ofte er manglende kompetanse hos driftere. Som mulige løsninger på dette pekes det på at det må gis grundig opplæring eller ansettes personer med tilstrekkelig kompetanse. En del byggeiere kan ha mangelfull bestillerkompetanse og ser det som utfordrende å selv skaffe tilstrekkelig kompetente personer til drift av sine bygg. Det påpekes av flere at det da bør vurderes å kjøpe denne tjenesten eksternt. En ekstern aktør trenger ikke å være på bygget til enhver tid, men kan overvåke anlegget via SD-anlegg og bare være tilstede ved behov.

Begge de tekniske entreprenørene uttrykker at de gjerne kan utføre drift av tekniske anlegg.

Teknisk løsning

Samtlige av respondentene fra de tekniske fagfeltene hevder at mekanisk balansert ventilasjon med behovsstyring er den beste løsningen for yrkesbygg i norsk klima. Forfatteren mener at det er så liten tvil om dette i bransjen at det ikke er hensiktsmessig å bruke tid og krefter på å

diskutere dette i byggeprosjekter. Det trekkes fram at det blant arkitekter er utilstrekkelig kunnskap om ventilasjon og et uhensiktsmessig fokus på naturlig ventilasjon. Det antas at de utfordringer som skapes på grunn av forskjellig oppfatning rundt dette kan unngås, dersom arkitektene gjøres kjent med den tekniske bransjens enighet om at mekanisk balansert ventilasjon er den riktige løsningen.

På markedet finnes det i dag flere leverandører som tilbyr komplette løsninger, som typisk inneholder spjeld, styringssystem, alt av automatikk og brukergrensesnitt. Flere av respondentene mener at komplette løsninger kan være formålstjenlige, fordi disse er satt sammen av komponenter som fungerer godt sammen og er nøye testet ut, slik at sannsynligheten for at feil oppstår blir mindre.

8 Evaluering av metode

Å intervju 11 respondenter anses som relativt mange for en masteroppgave. Fordelen med å intervju så mange er at et stort antall roller i byggeprosjekter representeres.

Innledningsvis ble det først utført to innledende intervjuer, før resterende respondenter ble utvalgt. For å mette materien tilstrekkelig, ble også ett ellefte intervju gjennomført, som erstattet et av de innledende intervjuene. Underveis i undersøkelsesprosessen belyste flere respondenter ulike utfordringer tilknyttet byggherrer og totalentreprenører. Forfatteren antar at intervjuer med private byggherrer kunne ha bidratt med utfyllende informasjon og spesielt problemstillinger tilknyttet tidligfase. Intervjuer med totalentreprenører kunne avdekt deres oppfatning av bruk av totalentrepriser. På grunn av det allerede høye antall respondenter er undersøkelsen begrenset til å ikke belyse disse rollenes ståsted. Problemstillingene som undersøkelsen har avdekt hos byggherrer, underbygges til en viss grad av gjennomgått teori. Totalentreprenørers syn belyses i noen grad gjennom funnene Nes (2014) har gjort i sin masteroppgave.

Behandling av data fra intervjuer er gjort på en grundig måte. Medgått tid til denne prosessen kunne vært redusert betraktelig ved å anvende en forenklet metode. Eksempelvis kunne intervjueren notert kun det som i intervjusituasjonen oppfattes som viktig. En forenklet kategorisering kunne innebære at, istedenfor å sortere alle utsagn, hadde forskeren lett etter spesifikke utsagn relevante for det han anser som viktige funn og kategorier. En slik metode stiller store krav til intervjuerens ferdigheter i gjennomføring av undersøkelser. Den grundige metoden er valgt på bakgrunn av de fordeler som er omtalt i neste underkapittel, samt forfatterens begrensede erfaring med gjennomføring av undersøkelser.

8.1 Påvirkes resultatene av undersøkelsesdesignet?

For å sikre at respondentene i minst mulig grad ble påvirket av intervjuerens formuleringer, ble de først stilt åpne spørsmål. Deretter ble det stilt spesifikke spørsmål om utvalgte tema som intervjueren anså som viktige. Svarene til respondentene avslørte at intervjuobjektene i stor grad var sikre på sine meninger og ikke skiftet standpunkt underveis. Dette underbygges av teorien til Jacobsen (2005), om at elitepersoner er vant til å bli stilt spørsmål og er sikre på sine standpunkt. Alle respondentene anses av forfatteren som eksperter på sine fagfelt, med lang erfaring. Dette gjør at spørsmålene kan utformes relativt fritt, med liten fare for påvirkning av svarene.

Som omtalt i kapittel 0 kan det oppstå flere asymmetriske maktforhold i en intervjusituasjon. Det er spesielt to forhold som reduserer disse problemene i de gjennomførte intervjuene. Det ene er at intervjueren i intervjusituasjonene har forsøkt å stille kritiske spørsmål og diskutere respondentens uttalelser ved å ta opp egne meninger. Det andre forholdet som reduserer disse asymmetriske maktforholdene i stor grad, er at intervjuobjektene er elitepersoner, som i stor grad anses å være på tilsvarende akademisk nivå som intervjueren.

Det anses som en fordel at intervjueren stiller kritiske spørsmål og diskuterer uttalelsene til respondentene i intervjusituasjonen. På denne måten demonstrerer intervjueren at han har en viss ekspertise innen fagfeltet. Dette bidrar til at intervjueren kan oppnå respekt og fremstå som en interessant samtalepartner, som videre fører til større grad av symmetri i intervjusituasjonen.

For å sikre at alle spørsmål ble besvart og at svar ikke knyttes opp mot ulike spørsmål på feil grunnlag, ble det stilt flere spørsmål som omfatter noen av de samme problemstillingene. Dette resulterte i noen gjentakelser og at flere intervjuer ble delvis oppstykket. En bedre flyt i intervjuene kunne vært oppnådd ved at respondentene hadde fått sett intervjuguiden i sin helhet før intervjustart, slik at de var bevisste på hvilke spørsmål som kom senere. Dette ville kanskje ført til at respondentene ikke besvarte spørsmål i intervjuguiden før de ble stilt. Forfatterens oppfatning er at gjentakelsene minsker sannsynligheten for at resultatene feiltolkes og at det bidrar til å styrke påliteligheten til funnene.

Undersøkelsens pålitelighet styrkes av at behandling av data er utført på en grundig måte. Dette innebærer bruk av båndopptaker, samt en nøye utført transkribering, kategorisering og analyse, som omtalt i kapittel 2. Den anvendte metoden minimerer sannsynligheten for tap av viktige data.

8.2 Samsvarer funnene med virkeligheten?

Funnenes interne gyldighet styrkes gjennom bruk av en relativt stor respondentgruppe, samt bruk av en grundig metode for behandling.

For å sikre kvaliteten på transkriberte data, har intervjuobjektene fått mulighet til å gjennomlese møtereferater og komme med tilbakemeldinger. Et stort flertall av respondentene uttaler at de kjenner seg igjen i referatene, mens to av respondentene hadde noen få kommentarer til innholdet. Dette viser at transkripsjonen i stor grad har fanget opp uttalelsene til respondentene på riktig måte, men kan også bety at få respondenter har lest grundig gjennom referatene.

Samtlige anvendte sitater er oversendt til respondentene for godkjenning. Sitatene var i utgangspunktet gjengitt ordrett fra lydopptakene, og bar derfor et muntlig preg. I noen tilfeller har respondentene omformulert innholdet. Forfatteren opplever at budskapene har blitt ivaretatt og at omformuleringer har ført til bedre og mer nyanserte sitater.

Forfatterens inntrykk er at intervjuobjektene har opptrådt som ærlige, og at uttalelsene har vært deres egne subjektive oppfatninger av virkeligheten.

Gyldigheten for resultatene er testet mot prosjektets fire veiledere. Innholdet er validert gjennom at veilederne har gjennomlest innholdet i resultater og konklusjon, og vurdert i hvilken grad de samsvarer med deres forståelse av virkeligheten i bransjen. To av veilederne er representanter fra ventilasjonsentreprenører. Forfatteren opplever at deres tilbakemeldinger har vært nyanserte og at de ikke har forsøkt å påvirke forfatteren til fordel for entreprenørbransjen. Forfatteren har etterstrebet at rapporten ikke på noe vis skal være spesielt fordelaktig for ventilasjonsentreprenører. Resultatene og konklusjonen er også kontrollert mot teori der det har latt seg gjøre.

Som Kvale et al. (2009, s.159) påpeker, må det for alle undersøkelser antas at flere faktorer, forhold og informasjon ikke er tilstrekkelig fanget opp. Dette vil være realiteten også for denne undersøkelsen, men forfatteren opplever at forskningsspørsmålene er godt ivaretatt og at svarene fra intervjuundersøkelsen bekreftes av litteratur og øvrig forskning.

8.3 Overførbarhet

Forfatteren anser funnenes pålitelighet og interne gyldighet som godt ivaretatt, som omtalt i kapittel 0, 8.2 og 0. Med bakgrunn i dette anses funnene og problemstillingene som sanne for bransjen, men utbredelsen og størrelsen av dem er ukjent.

I tillegg til en sikring av validitet/gyldighet i selve intervjusituasjonen er også resultatene kontrollert mot øvrig kunnskap/litteratur /forskning. Kombinasjonen av litteraturstudie og kvalitative undersøkelser er i noen grad knyttet til metodetriangulering og styrker funnene.

9 Konklusjon

Denne oppgavens mål har vært å avdekke årsaker som bidrar til å redusere bygningers ytelse knyttet til energieffektivitet og inneklima, samt foreslå løsninger for å oppnå flere godt fungerende ventilasjonsanlegg. Dette er gjort gjennom 11 intervjuer av fagpersoner, hvorav 10 er inkludert i resultatene og analysen. Respondentgruppen omfatter kommuneansatte, arkitekter, rådgivere, entreprenører og leverandører.

Respondentene vektlegger spesielt tre kategorier av årsaker, som de viktigste til reduserte ytelser i ventilasjonsanlegg:

- Tidligfase, spesielt forhold tilknyttet byggherren
- Avslutningsfase: Igangkjøring, funksjonstesting og overlevering.
- Kompetanse i bransjen

Med bakgrunn i resultater og gjennomgått teori antas det at det er svært viktig å vie stor oppmerksomhet til **tidligfasen** i prosjekter. Endringer som gjøres i denne fasen er ofte billigere, krever mindre forandringer og har potensielt større effekt enn endringer som gjøres senere i prosjektprosessen. For **byggherrer** påpeker respondentene uklare ambisjonsnivå og utilstrekkelig fastsatte rammer for bygg som de største utfordringene. Denne problemstillingen antas av forfatteren å ha en sammenheng med at tekniske fag ofte ikke får muligheten til å delta med rådgivning i tidligfase, samt at arkitektene ikke gis tilstrekkelige midler til å prosjektere en gjennomført løsning.

Forfatteren anser det som vanskelig å forhindre at det skjer forsinkelser i byggeprosjekter som rammer tiden satt av til **overlevering og igangkjøring**. En mulig løsning på denne problematikken kan være en grundigere planlegging, der det settes av tilstrekkelig tid, samt eventuelt en tids-buffer. Flere respondenter vektlegger bruk av Sintefs publikasjon om krav og overlevering for anlegg med behovsstyrt ventilasjon for å bedre dette. Som et økonomisk virkemiddel kan det kontraktfestes en dagsmulkt, som gir tilstrekkelig store økonomiske konsekvenser for de utførende aktørene til at de i større grad etterstreber å overholde kontraktfestede frister. Respondentene mener at bruk av en fastsatt prøvedriftsperiode er viktig. Ny NS som skal definere hva prøvedrift innebærer er under utarbeidelse.

Samtlige av respondentene fra de tekniske fagfeltene hevder at mekanisk balansert ventilasjon med behovsstyring er den beste løsningen for yrkesbygg i norsk klima. Naturlig ventilasjon

anses som lite egnet for yrkesbygg i Norge. Dette på grunn av utfordringer tilknyttet forurensinger og energieffektivitet. Med hensyn til energieffektivitet kan hybride løsninger være gunstig, men det bør utføres i kombinasjon med komplett mekanisk balansert ventilasjon, eksempelvis som i «mixed mode ventilation». Gjennomgått teori underbygger og bekrefter dette funnet. Det belyses at den teknologiske utviklingen har skjedd veldig raskt på dette området. For å oppnå energigjerrigere ventilasjonsanlegg for fremtiden, pekes det på at bransjen må lære å beherske dagens behovsstyring fullt ut, eventuelt også utnytte naturlige drivkrefter når de er tilgjengelige, som i «mixed mode ventilation».

Respondentene opplever at hele ventilasjonsbransjen er preget av **manglende kompetanse**, spesielt på området behovsstyrt ventilasjon. Arkitekter, montører og driftsansvarlige har ofte manglende kompetanse, og byggherren mangler ofte bestillerkompetanse. For å oppnå god utnyttelse av ventilasjonsanlegg trekkes det fram at **driftsansvarlige** bør ha kompetanse på ingeniørnivå. Kompetanse kan oppnås gjennom kursing og nyansettelser, eller ved å kjøpe drifte-tjenesten fra en ekstern aktør. For **arkitekter** trekkes det fram utilstrekkelig kunnskap om ventilasjon, samt uhensiktsmessig fokus på naturlig ventilasjon. Forfatteren tolker respondentenes uttalelser til at det vil være en fordel for bransjen om arkitektene tar utgangspunkt i mekanisk balansert ventilasjon for yrkesbygg i Norge. Dette underbygges av gjennomgått teori. På denne måten kunne unødvendig tidsbruk på diskusjon av tekniske løsninger vært unngått.

En stor andel av intervjuobjektene ser mange utfordringer hos **entreprenørene**, som bruk av billige løsninger, mangelfull igangkjørings- og overtagelsesfase, liten betalingsvilje for rådgivertjenester og manglende yrkesstolthet. Underliggende årsaker kan være prispress fra andre aktører, samt forhold tilknyttet totalentreprisen. De som utarbeider kravspesifikasjoner må også ta et ansvar for at de gir entreprenøren rom for å levere billige løsninger. Dette er ofte en byggherre og/eller en rådgiver.

Utførelse på byggeplass oppleves ofte som dårlig av noen respondenter. Det hevdes at anlegg ofte utføres strømnings teknisk dårlig. Det trekkes fram at hovedansvaret ligger hos prosjektledelsen, som ofte er ventilasjonsentreprenøren. Det anses som viktig at tegninger kontrolleres godt, og det oppleves at både rådgivere og entreprenører i liten grad utfører dette.

Prispress er den utfordringen som flest respondenter trekker fram hos **rådgivere**. Bransjen opplever at dette går ut over kvaliteten på arbeidet. Prispresset påføres rådgivere av entreprenører og/eller totalentreprenører, samt kan skyldes forhold i totalentreprisen. Det kan også til dels være påført av rådgiverne selv, som velger å fokusere mer på økonomi fremfor å

utføre en ingeniørjobb. Som mulig løsning pekes det på at det kan benyttes andre entrepriserformer, men respondentene er delte på om dette er en god løsning.

Funnene viser at **totalentreprisen** medfører en rekke utfordringer for de ulike aktørene som deltar i prosjektorganisasjoner. Respondentgruppen er delt på om det bør velges andre modeller. Ulike entrepriserformer passer ulike prosjekter og byggherrer. For å avgjøre hvilken entrepriserform som er mest fordelaktig, kreves det videre forskning. Dersom det skal benyttes totalentreprise, anses det som fordelaktig at det benyttes en teknisk totalentreprise.

For **prosjektprosessen generelt** trekkes det fram at godt samarbeid er en viktig nøkkel for suksess. Bruk av ITB-ansvarlig anses som en del av løsningen på en stor andel av problemstillingene belyst i denne rapporten. Samtlige av respondentene er positive til dette.

Som løsning på dårlig kvalitet og tidsknapphet i igangkjøringsfasen anses det som gunstig å helt eller delvis følge Sintefs veiledning for overtagelse. Bruk av den kommende standarden for prøvedrift kan også utgjøre en del av løsningen på utfordringene i denne fasen. Dette vil bidra til at flere feil oppdages og utbedres, før bygget kommer i normal drift.

10 Videre arbeid

Resultater og relevant forskning tyder på at høyere energiforbruk og dårligere inn klima enn forventet er et reelt problem. For å konstatere størrelsen og utbredelsen, kreves det mer forskning. Gjennomgåtte studier peker på at det er lite formålsdelte måledata av god kvalitet tilgjengelig. For å fastslå omfanget og størrelsen av avvikende ytelse for ventilasjonsanlegg, må det gjennomføres flere undersøkelser av måledata. I påvente på mer data kan det være nødvendig å utføre flere målinger, og dette kan eksempelvis utgjøre flere fremtidige masteroppgaver.

Problemstillingene belyst i denne rapporten spenner over et vidt spekter. Forfatteren anser sammenhengene mellom disse som så komplekse og sammensatte at det ikke har vært mulig å sammenfatte ett sett løsninger som dekker alt. Hvis dette skal være mulige kreves videre kartlegging og forskning.

En mye brukt metode for validering av undersøkelser er metodetriangulering. I større forskningsprosjekter benyttes ofte kvalitative intervjuer i kombinasjon med kvantitative intervjuer. For å videre undersøke omfanget av funnene i denne rapporten, foreslås det at det utføres en kvantitativ spørreundersøkelse. En slik undersøkelse vil kunne si noe om hvor stor enighet det er i bransjen som helhet, om de ulike problemstillingene som påpekes. Gjennom en kvantitativ undersøkelse kan det kanskje også være mulig å videre belyse sammenhengene mellom de ulike utfordringene som denne rapporten belyser.

I utvalget av respondenter har mange interessante intervjuobjekter blitt foreslått. For å begrense oppgavens omfang til en håndterlig antall respondenter har en rekke personer ikke blitt inkludert. Eksempler på mulige respondenter som antas å kunne belyse problemstillingen ytterligere, er forskere som P. G. Schild, private byggherrer, totalentreprenører, montører og brukere av bygg. For gjennomføring av kvalitative undersøkelser i fremtidige masteroppgaver, anbefaler forfatteren å begrense antallet intervjuobjekter til åtte personer.

Forfatteren antar at intervjuer med private byggherrer kunne belyst deres syn på problemstillingene tilknyttet tidligfase. Intervjuer med totalentreprenører kunne avdekt deres oppfatning angående bruk av totalentrepriser. De to nevnte rollene vil også kunne uttale seg om bruk av ITB-ansvarlig, som vil medføre en merkostnad for dem. Videre arbeid kunne omfattet kvalitative intervjuer med roller og respondenter som ikke er benyttet i denne rapporten.

11 Referanser

- ARGE, K. & LANDSTAD, K. 2002. *Generalitet, fleksibilitet og elastisitet i bygninger: prinsipper og egenskaper som gir tilpasningsdyktige kontorbygninger*, Oslo, Instituttet.
- DOKKA, T. H., SVENSSON, A., WIGENSTAD, T., ANDRESEN, I. & BERG, T. F. 2011. Energibruk i bygninger. Nasjonal database og sammenligning av beregnet og målt energibruk. *Prosjektrapport 76*. SINTEF Byggforsk.
- HALVARSSON, J. 2012. *Occupancy pattern in office buildings: consequences for HVAC system design and operation*, Trondheim, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- HELLBERG, H. R. 2014. Kartlegging og vurdering av byggherrens bestillerkompetanse. <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/219704>: Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- HOFFMAN, T. 2013. *Hva kan vi bruke kvalitativ forskning til?* [Online]. www.forskning.no: www.videnskab.dk. Available: <http://forskning.no/sosiologi/2013/09/hva-kan-vi-bruke-kvalitativ-forskning-til> [Accessed 17. juli 2015].
- INTEGRA & GRØNN_BYGGALIANSE. 2012. Rollen til ITB-ansvarlig. Available: http://www.byggalliansen.no/veiledere/dokumenter/v6_ITB-ansvarlig.pdf [Accessed 11.03.2015].
- JACOBSEN, D. I. 2005. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, Kristiansand, Høyskoleforl.
- KVALE, S., BRINKMANN, S., ANDERSSON, T. M. & RYGGE, J. 2009. *Det kvalitative forskningsintervju*, Oslo, Gyldendal akademisk.
- LANGSETH, B., EVERETT, E. N. & HAVSKJOLD, M. 2011. Energibruk i lavenergi- og passivbygg. En sammenligning av forventet og målt energibruk Energi Norge.
- LØE, K. 2015. prNS 6450 Høringskommentarer fra NBEF. <http://www.nbef.no/fileadmin/Dokumenter/prNS6450-NBEF-hoeringsuttalelse-170415.pdf>: Norges bygg- og eiendomsforening.
- MILJØVERNDEPARTEMENTET 2012. Meld. St. 21 (2011-2012). Norsk Klimapolitikk.
- MYSEN, M. & SCHILD, P. G. 2013a. Behovsstyrt ventilasjon, DCV - krav og overlevering. Sintef.
- MYSEN, M. & SCHILD, P. G. 2013b. Behovsstyrt ventilasjon, DCV -forutsetninger og utforming. Sintef.
- NES, I. 2014. Kontrakter i totalentrepriser.
- NORD, N., NOVAKOVIC, V. & FRYDENLUND, F. 2012. *Kontinuerlig funksjonskontroll for effektiv drift av bygninger*, Sintef Energi AS.
- NOVAKOVIC, V., HANSEN, S. O., THUE, J. V., WANGENSTEEN, I., GJERSTAD, F. O. & AL., E. 2007. *ENØK i bygninger: effektiv energibruk*, Oslo, Gyldendal undervisning.
- NSD. *Må prosjektet meldes?* [Online]. <http://www.nsd.uib.no/personvern/meldeplikt/>: Personverombudet for forskning.

- NVE. 2014. *Varedeklarasjon 2013* [Online]. <http://www.nve.no/no/Kraftmarked/Sluttbrukermarkedet/Varedeklarasjon/Varedeklarasjon-2013/>; Norges vassdrags- og energidirektorat. [Accessed 07.05.2015].
- POLAK, K. 2010. Ventøk 7.3 Praktisk anvendelse av SFP (Specific Fan Power).
- SANTAMOURIS, M. & WOUTERS, P. 2006. Building ventilation: The state of the art. London: Earthscan.
- SCHILD, P. G. & MYSEN, M. 2009. Recommendations on Specific Fan Power and Fan System Efficiency. International Energy Agency. Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme.
- STANDARD_NORGE 2011. Integreerte tekniske bygningsinstallasjoner (ITB). Prosjektering, utførelse og idiftssettelse. Standard Online AS.
- STANDARD_NORGE 2015. Forslag til Norsk Standard 6450. Prøvedrift av tekniske installasjoner i bygninger og tilhørende uteområder. <http://www.standard.no/standarder-pa-horing/>.
- STANDARD_ONLINE_AS. 2015. 1, 2, 3 *Prøvedrift* [Online]. <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2015/123-provedrift/>. [Accessed 11.05.2015].
- SØRENSEN, H., STAMPE, O. B. & LUDVIGSEN, F. H. 2008. *Ventilation Ståbi*, Nyt Teknisk Forlag.
- TRONDHEIM_EIENDOM 2014. Kravspesifikasjon VVS-tekniske anlegg. KS30001. <https://www.trondheim.kommune.no/content/1117724747/Prosjekteringsanvisninger%20og%20kravspesifikasjoner>.

VEDLEGGSLISTE

Vedlegg A: Mail til intervjuobjekter

Vedlegg B: Informasjonsskriv

Vedlegg C: Tematisk intervjuguide

Vedlegg A: Mail til intervjuobjekter

Forespørsel om intervju

Hei.

Jeg skriver en masteroppgave med tittelen "utfordringer med å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon - Erfaringsinnhenting fra aktører i bygge- og eiendomsbransjen". Oppgaven skrives ved NTNU og er en del av mitt masterprogram «Energibruk og energiplanlegging». Hovedveileder for prosjektet er professor Hans Martin Mathisen.

Bakgrunnen for oppgaven er at mange opplever at ventilasjonsanlegg, designet for lavt energibruk, bruker mer energi enn planlagt og/eller at inneklimateet ikke blir tilfredsstillende. Oppgavens mål er å kartlegge utfordringene med å oppnå godt fungerende anlegg, samt foreslå løsninger. Dette gjøres gjennom intervju av aktører med ulike roller, som rådgivere, entreprenører, driftere, byggherrer og arkitekter.

Jeg håper du synes dette er en interessant problemstilling og at du kan tenke deg å delta i et intervju. Varigheten på selve intervjuet vil være 1 – 1,5 time.

Som takk for deltakelsen vil du få oversendt den endelige rapporten, dersom ønskelig.

Mailen følges opp ved at jeg ringer deg om et par dager, dersom du ikke har rukket å svare innen da. Hvis du har spørsmål eller kommentarer, kontakt meg gjerne på tlf 98644838.

mvh

Anders Reinertsen Liaøy

NTNU, Energibruk og energiplanlegging, Energibruk i bygninger, 2-årig master

Vedlegg B: Informasjonsskriv

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

”Utfordringer med å oppnå godt fungerende energieffektiv ventilasjon – Erfaringsinnhenting fra aktører i bygge- og eiendomsbransjen”

Bakgrunn og formål

Oppgavens mål er å avdekke hvorfor ventilasjonsanlegg, designet for lavt energibruk, ofte bruker mer energi enn planlagt og/eller at inneklimaet ikke er tilfredsstillende, samt foreslå løsninger for å oppnå flere godt fungerende anlegg. Dette gjøres gjennom intervjuer med aktører på ulike nivå, som byggeiere, driftsoperatører og prosjekterende ingeniører.

Prosjektet er en masteroppgave som utføres ved Institutt for energi- og prosessteknikk, ved NTNU. Prosjektet gjennomføres i samarbeid med GK Norge AS.

Utvalget som intervjues er valgt på bakgrunn av anbefalinger fra hovedveileder og medveiledere. Du forespørres om å delta fordi du antas å ha relevante erfaringer med energieffektiv ventilasjon og innehar kunnskap som kan bidra til å belyse problemstillingen.

Hva innebærer deltakelse i studien?

Din deltakelse innebærer et intervju på 1-2 timer. I utgangspunktet vil all informasjon bli anonymisert, men du vil bli spurt om det er OK å knytte informasjonen til ditt navn i den endelige rapporten. Intervjuet vil omhandle kort din faglige og relevante bakgrunn, samt dine erfaringer med energieffektive ventilasjonsanlegg. Det vil ikke bli samlet inn personlig informasjon, annet enn navn og arbeidserfaring. Etter intervjuet kan det bli aktuelt med oppfølgingsspørsmål eller et gruppeintervju, men du vil få mulighet til å vurdere å delta når dette eventuelt blir aktuelt. Det vil bli tatt notater, samt lydopptak av intervjuet om du tillater dette.

Hva skjer med informasjonen om deg?

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Det er kun jeg som vil ha tilgang til lydopptak og notater fra intervjuene. Prosjektgruppen, altså meg og mine fire veiledere vil ha kjennskap til hvem jeg intervjuer. Personopplysninger vil lagres separat fra notater og lydfiler, og kun jeg vil ha tilgang til disse.

Dersom jeg får tillatelse til å bruke ditt navn eller gjengi direkte sitater, vil du kunne gjenkjennes i publikasjonen.

Prosjektet skal etter planen avsluttes 22.06.2015. Etter dette vil alle notater og lydfiler fra intervjuene bli makulert/slettet.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn. Dersom du trekker deg, vil alle opplysninger om deg bli anonymisert.

Dersom du ønsker å delta eller har spørsmål til studien, ta kontakt med Anders Reinertsen Liaøy på 98644838 eller andersrl@stud.ntnu.no. Hovedveileder i prosjektet er Hans Martin Mathisen, som kan kontaktes på 73593870 / 93059175 eller hans.m.mathisen@ntnu.no

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS.

Samtykke til deltakelse i studien

Samtykke innhentes muntlig ved oppstart av intervjuet. Du vil da bli spurt om du samtykker til at du har mottatt informasjon om studien, og er villig til å delta.

Vedlegg C: Tematisk intervjuguide

Intervju med [respondent], den [dd.mm.åå].

Formelt:

1. Er det OK at jeg bruker lydopptaker?
2. Presentere infoskrivet raskt.
 - a. Samtykker du til at du har mottatt informasjonen og ønsker å delta?
3. Tillater du at jeg bruker ditt navn sammen med dine uttalelser? Du vil få muligheten til å lese gjennom et referat fra intervjuet når jeg har behandlet lydopptaket. Du vil få mulighet til å godkjenne eventuelle direkte sitater.
4. Oppgaven begrenser seg til yrkesbygg, altså ikke boliger.

Bakgrunn:

5. Hva jobber du med i dag? Kan du fortelle litt om hva du har av relevant arbeidserfaring? (Energieffektivitet i bygg, energieffektiv ventilasjon)
6. Hvilken utdanning har du?
7. Har du vært med på mange prosjekter der det er fokus på en energieffektiv ventilasjon?

Åpne spørsmål:

8. Hvis vi tenker på energieffektiv ventilasjon som brukes i Norge i dag, hvilke typer har vi da? I hvilken utbredelse? I prosjektene til deres bedrift? (Sikter her til teknisk løsning / prinsipp)
9. Hva tenker du om følgende typen løsninger? (De han/hun ikke har nevnt)
 - a. Behovsstyring på rom/sone-nivå, typisk med VAV/DCV-spjeld/aktive ventiler/osv.
 - b. Hybrid ventilasjon / Mixed mode
 - c. Behovsstyring på aggregatnivå
 - d. Naturlig ventilasjon

Det er kjent i bransjen at mange ventilasjonsanlegg, som har til hensikt å være energieffektive, ikke fungerer som tiltenkt. Jeg vil nå snakke litt om hva som er hoved-problematikken i slike prosjekter.

10. Kan du bekrefte dette inntrykket?
11. Hvilke virkninger/«symptomer» merker dere i anlegg for energieffektiv ventilasjon som ikke fungerer? Tenker her på virkningene som oppstår som resultat av de egentlige årsakene.
 - a. Klager fra brukere av bygg
 - i. For varme rom / Trekk / Støy / Tung/dårlig luft / Tørt

- b. Feil på anlegg
 - i. Blokkerte kanaler, dysfunksjonelle komponenter etc
- c. Høyt energibruk / høye energikostnader
- d. Dyrere prosjektøkonomi
- e. Annet?

12. Finnes det feil på anlegg som ikke blir avdekket?

13. Hvilke grunner kan du se til at man får slike dårlig fungerende anlegg og opplever disse virkningene vi nettopp nevnte? Vil altså frem til årsakene, «De egentlige problemene».

14. Hvor i prosjektprosessen ligger den største problematikken



15. Hvis vi tenker på de ulike rollene i byggeprosjekter. Hos hvilke roller/aktører ligger de største utfordringene og grunnene til at anlegg ikke blir så energieffektive som de kunne eller skulle ha blitt?

- a. Byggherrer
- b. Kommuner
- c. Prosjektlederfirma / Byggeledere
- d. Arkitekter
- e. Totalentreprenører
- f. Rådgivere
- g. Entreprenører
- h. Leverandører
- i. Håndverkere / montører / utførende
- j. Driftere

16. Hvis vi ser på det store bildet og prosjektene i sin helhet, klarer du å velge ut to-tre hovedgrunner til at anlegg ikke oppnår det lave energibruket og/eller det gode inn klimaet som de kunne/skulle gjort?

Løsninger på problematikken vi har diskutert? Suksessfaktorer i gode anlegg.

17. Hva karakteriserer de prosjektene hvor det blir et bra resultat og man oppnår den lave energibruken som er tiltenkt?

18. Hva kan være løsninger på de tidligere diskuterte problematikken?

19. Hvis vi skal tenke langsiktig, hva tror du er riktig vei å gå for å oppnå enda bedre energieffektiv ventilasjon, la oss is eksempelvis i 2030? (Enklere løsninger, optimalisere dagens løsningene enda mer, mer avanserte løsninger, hybrid/mixed mode, naturlig, annet)

Diverse spørsmål (Kan variere noe fra aktør til aktør)

20. Hva tenker du om komplette løsninger for behovsstyrt ventilasjon på markedet, som inneholder typisk ventiler, spjeld, kommunikasjonsløsning og brukergrensesnitt
- a. Løsninger som optimaliserer trykket i kanalnettet på et vis, som Swegon Wise, Trox VIP-X, Lindab Pascal, Lindinvent og Fläkt Woods Ipsilon?
21. Kan du si noe om i hvor stor andel av prosjektene du har vært med på med behovsstyrt ventilasjon, der anleggene fungerer uten problematikk, og i hvor stor andel dere opplever problemer?
22. Har du kjennskap til, og hva er din forming om bruk av EPC-kontakter?
23. Prøvedrift
24. ITB-ansvarlig

Avslutningsvis

25. Føler du at du har tilstrekkelig med kunnskap om energieffektiv ventilasjon?
26. Mange takk for art du tok deg tid til å delta!