

Runar Høyen Clausen

Usikkerhetsvurdering i fuktprosjektering

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Tore Kvande

Medveileder: Jørn Emil Gaarder

Juni 2022

Runar Høyen Clausen

Usikkerhetsvurdering i fuktprosjektering

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Tore Kvande
Medveileder: Jørn Emil Gaarder
Juni 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Formålet med studien er å forstå hva som inngår i fuktprosjektering, kartlegge hvilke usikkerheter som eksisterer i fuktprosjektering, undersøke hvordan usikkerheter behandles av bygningsfysikere i Norge og fremlegge eventuelle tiltak for å gjøre usikkerhetsvurderingen lettere. Følgende fire forskningsspørsmål (FS) besvares i oppgaven:

FS1: Hva inngår i fuktprosjektering?

FS2: Hvilke usikkerheter eksisterer i fuktprosjektering?

FS3: Hvordan behandles usikkerheter i fuktprosjektering?

FS4: Hvilke tiltak kan gjøre usikkerhetsvurderinger lettere?

For å kunne besvare forskningsspørsmålene er det gjennomført 17 semistrukturerte intervjuer av bygningsfysikere i Norge. LinkedIn er benyttet for å rekruttere intervjuobjektene. Utvalget har varierende grad av arbeidserfaring (1/2-24 år) og bakgrunn fra ti forskjellige selskaper, lokalisert i ulike deler av Norge. Intervjuene foregikk i perioden 08.02.2022-17.03.2022, hvorav flesteparten ble holdt digitalt over Microsoft Teams. Det er også gjennomført et litteraturstudium for å kartlegge relevant teori og bakgrunnskunnskap. Forskningsmetodene anses å være adekvate i forhold til oppgavens problemstilling.

FS1: En definisjon av begrepet fuktprosjektering er utarbeidet og benyttes i denne oppgaven som det systematiske prosjekteringsarbeidet som gjøres for å sikre bygninger mot ulemper og problemer knyttet til. Fuktprosjektering innebærer å gjennomføre vurderinger av alle forhold som kan medføre en risiko for fremtidige fuktskader i et prosjekt. Viktige oppgaver knyttet til fuktprosjektering er å kontrollere fuktsikkerheten i detaljtegninger fra arkitekt, dokumentere at løsninger og materialer oppfyller kravene i TEK17 §13-9 til §13-15 og prosjektspesifikke krav, fremlegge problemstillinger knyttet til fukt i et premissnotat, og gjennomføre uavhengig kontroll prosjektering og utførelse.

FS2: Det eksisterer flere usikkerheter i fuktprosjektering som er nødvendige å hensynta på grunn av den hyppige forekomsten av fuktskader og forholdsvis høye årlige kostnader til utbedring av prosessforårsakende byggskader. Det er identifisert seks overordnede usikkerheter: bruk av simuleringsprogrammer (WUFI), bruk av Byggforskserien, klimaendringer, lokalt klima, nye løsningstyper og misoppfatninger blant rådgivere. De identifiserte usikkerhetene blir i oppgaven knyttet opp mot fem ulike nivåer av usikkerheter for å øke forståelse for dem og for å lettere kunne diskutere mulige tiltak for å håndtere usikkerhetene.

FS3: Rådgiverne i Norge synes det er vanskelig å hensynta usikkerhetene i fuktprosjekteringen fordi det er mange kilder til usikkerheter, det eksisterer ingen systematisk metode for å hensynta usikkerhetene, det er utfordrende å vurdere hvilke som er mest kritisk og det er vanskelig å tallfeste usikkerhetene. Som følge av dette, er dagens praksis at det gjøres vage usikkerhetsvurderinger og foreslåtte løsninger blir typisk presentert med deterministiske verdier, uten å inkludere usikkerhetsfaktorer.

Rådgiverne gjør til en viss grad en vurdering av usikkerhetene i WUFI, men siden det er mange parametre og vanskelig å tallfeste usikkerhetene blir det hovedsakelig tatt beslutninger basert på diskusjon med andre kollegaer. Usikkerheter knyttet til lokaliteter blir tatt hensyn til ved å bruke kart over slagregn i Byggforskserien, innhente mer klimadata fra tilgjengelige nettsider og gjennom å velge mer fuktrobuste løsninger enn de presenterte i Byggforskserien. Usikkerheter knyttet til nye løsningstyper blir forsøkt mitigert gjennom simuleringer i WUFI. Det blir i liten

grad tatt hensyn til usikkerheter knyttet til klimaendringer i prosjekteringen. Det velges i hovedsak løsninger fra Byggforskserien som i mindre grad er tilpasset et fremtidig klima.

FS4: For å gjøre behandlingen av usikkerheter i simuleringsprogrammer lettere, anbefales det sensitivitetsanalyser og at det utvikles nye verktøy for å tallfeste usikkerhetene. Et tiltak for å gjøre tilpasning til lokalt klima lettere, kan være å implementere nye klimafilere i WUFI for flere steder i Norge. Det anbefales å benytte føre-var prinsippet og prosjektere mer fuktsikre bygg enn hva Byggforskserien foreslår, inntil det utvikles metoder, verktøy og bedre forståelse for hvordan usikkerhetene knyttet til klimaendringer kan hensyntas. Fremtidig klimadata i WUFI kan gi en indikasjon på hvordan en løsning vil fungere under et fremtidig klima, men da introduseres nye usikkerheter som også må hensyntas. Usikkerheten knyttet til misoppfatningen blant rådgiverne kan reduseres ved å implementere krav til usikkerhetsvurdering i TEK og utarbeide ny anvisning i Byggforskserien for hvordan usikkerhetsvurdering bør foretas.

Abstract

The objective of this study is to understand what is included in moisture safety design, map the uncertainties that exist in moisture design, investigate how building physicists in Norway treats uncertainties and present possible measures to make the uncertainty assessment easier. The following four research questions (RQ) are answered in this thesis:

RQ1: What is included in moisture safety design?

RQ2: Which uncertainties exists in moisture safety design?

RQ3: How are uncertainties treated in moisture safety design?

RQ4: What measures can make uncertainty assessments in moisture safety design easier?

In order to answer the research questions, 17 semi-structured interviews were conducted with building physicists in Norway. The informants were mainly recruited through LinkedIn, and they had varying degree of work experience (1/2 – 24 years) and background from ten separate companies, located in different cities in Norway. The interviews took place in the period 08.02.2022-17.03.2022, most of which were held digitally via Microsoft Teams. A literature review has also been carried out to map relevant theory. The research methods are considered to be adequate in relation to the thesis' problem.

RQ1: A definition of moisture safety design has been prepared and is used in this thesis as the systematic work that is done to secure buildings against disadvantages and problems associated with moisture. Moisture safety design involves carrying out assessments of all conditions that may entail a risk of future moisture damage in a project. Important tasks related to moisture safety design are to check the moisture safety in detailed drawings from architect, document that the solutions and materials meet the requirements in TEK17 §13-9 to §13-15 and project specific requirements, present conditions related to moisture in a premise note, and carry out control of execution and design.

RQ2: There are several uncertainties in moisture safety design that needs to be taken into account due to the frequent occurrence of moisture damage in buildings and relatively high annual costs for repairing process-causing building damages. Six uncertainties have been identified: use of simulation programs (WUFI), use of Byggforskserien (SINTEF Building Research Design Guides), climate change, local climate, new types of solutions and misconceptions among advisers. The identified uncertainties are linked to five different levels of uncertainties in order to increase understanding, and to be able to more easily discuss possible measures to deal with the uncertainties.

RQ3: The consultants in Norway find it difficult to take into account the uncertainties because there are many sources of uncertainties, there is no systematic method for taking into account the uncertainties, it is challenging to assess which ones are most critical and it is difficult to quantify the uncertainties. As a result, current practice is that vague uncertainty assessments are made and proposed solutions are typically presented with deterministic values, without including uncertainty factors.

The advisers make a certain assessment of the uncertainties in WUFI, but since there are many parameters and it is difficult to quantify the uncertainties, decisions are mainly made based on discussion with other colleagues. Uncertainties related to local climate are taken into account by using data from Byggforskserien, obtaining more climate data from available websites and by choosing more moisture-robust solutions than those presented in Byggforskserien. To mitigate uncertainties related to new solutions, simulations are carried out in WUFI. To a small extent,

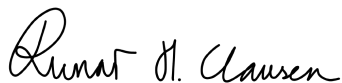
uncertainties related to climate change are taken into account in the design. Solutions are mainly chosen from Byggforskserien, which are to a lesser extent adapted to a future climate.

RQ4: To make the treatment of uncertainties in simulation programs easier, sensitivity analyzes are recommended and it is recommended to make new tools to quantify the uncertainties. One measure to make adaptation to the local climate easier can be to implement new climate files in WUFI for several places in Norway. It is recommended to use the precautionary principle and design more moisture-proof buildings than what Byggforskserien proposes, until methods, tools and a better understanding of how the uncertainties associated with climate change can be taken into account. Future climate data in WUFI can give an indication of how a solution will work under a future climate, but then new uncertainties are introduced that must also be taken into account. The uncertainty associated with the misconception among the consultants can be reduced by implementing requirements for uncertainty assessment in TEK and preparing new instructions in Byggforskserien for how uncertainty assessment should be carried out.

Forord

Masteroppgaven er skrevet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og markerer slutten på et femårig sivilingeniørstudium i bygg- og miljøteknikk. Studien er utført i samarbeid med forskningsprosjektet Klima 2050 og undersøker hvordan rådgivere innenfor fagfeltet bygningsfysikk hensyntar usikkerheter i fuktprosjekteringen. Jeg ønsker å takke Klima 2050 for å ha latt meg delta i deres spennende arbeid, Tore Kvande og Jørn Emil Gaarder for god oppfølging og veiledning underveis i semesteret, og familie og venner for både korrekturlesing og motivasjon.

Trondheim, juni 2022



Runar Høien Clausen

Innhold

Figurer	xiii
Tabeller	xiii
1 Introduksjon	14
1.1 Bakgrunn	14
1.2 Formål	14
1.3 Omfang og avgrensninger	15
1.4 Leserveiledning	15
1.5 Begrepsavklaring	15
2 Metode	18
2.1 Valg av forskningsmetoder	18
2.2 Datainnsamlingsmetoder	18
2.2.1 Litteraturstudie	18
2.2.2 Semistrukturerte intervju	21
2.3 Dataanalyse	25
2.4 Evaluering av metode	27
2.4.1 Pålitelighet	28
2.4.2 Gyldighet	29
2.4.3 Generaliserbarhet	29
3 Teoretisk rammeverk	30
3.1 Fuktprosjektering	30
3.1.1 Fire sentrale oppgaver innen fuktprosjektering	30
3.2 Usikkerheter	32
3.2.1 Epistemisk og aleatorisk usikkerhet og en inndeling av usikkerheter i 5 nivåer	33
3.2.2 Usikkerheter i fuktprosjektering	34
3.2.3 Behandling av usikkerheter i fuktprosjektering	36
4 Resultater	38
4.1 Hva inngår i fuktprosjektering?	38
4.2 Hvilke usikkerheter eksisterer i fuktprosjektering?	38
4.3 Hvordan behandles usikkerheter i fuktprosjektering?	42
5 Diskusjon	46
5.1 Hva inngår i fuktprosjektering?	46
5.2 Hvilke usikkerheter eksisterer i fuktprosjektering?	47
5.3 Hvordan behandles usikkerheter i fuktprosjektering	49
5.4 Hvilke tiltak kan gjøre usikkerhetsvurderinger lettere?	51
6 Konklusjon	55
Referanser	57

Vedlegg 63

Figurer

Figur 1. Flytskjema.....	20
Figur 2. Den geografiske spredningen på intervjuene.....	24
Figur 3. Kilder til usikkerheter i simuleringsprogrammer.....	35
Figur 4. Identifiserte usikkerheter knyttet til entreprenør og rådgiver.....	39
Figur 5. Epistemiske usikkerheter knyttet til rådgiver.....	49
Figur 6. Identifiserte usikkerheter knyttet opp mot ulike nivåer av usikkerheter .	51
Figur 7. Identifiserte usikkerheter, foreslåtte strategier og tiltenkt resultat.....	54

Tabeller

Tabell 1. Begreper	15
Tabell 2. Identifiserte treff i søkemotorer.....	19
Tabell 3. Oversikt over utvalget.....	22
Tabell 4. Koding av tekstudrag.....	26
Tabell 5. Krav i TEK17 som angår fuktprosjektering.....	31
Tabell 6. 5 nivåer av usikkerheter basert på Riesch (2012).....	33
Tabell 7. Hovedoppgaver innen fuktprosjektering.....	46

1 Introduksjon

Kapitlet presenterer bakgrunnen for oppgaven, forskningsspørsmålene, naturlige avgrensninger, rapportens struktur og sentrale begreper.

1.1 Bakgrunn

Det er for tiden en ubalanse i behandlingen av usikkerheter og risiko i prosjekteringen av det bygde miljø (Björnsson & Molnár, 2018). Behandlingen av usikkerheter og risiko knyttet til bygningsfysiske ytelser som fukt- og energiberegninger henger bak sammenlignet med usikkerhets- og risikohåndtering i beregning og dimensjonering av bærende konstruksjoner (Hens et al., 2006). En viktig faktor er at det er mindre alvorlige konsekvenser assosiert med feil knyttet til bygningsfysiske ytelser. På den annen side er bygningsfysiske feil mer langsiktige og de har en tydelig påvirkning på levetid, miljø og økonomi. Spesielt usikkerheter og risiko knyttet til fuktprosjektering er av interesse som følge av den hyppige forekomsten av fuktskader. For utvendige konstruksjoner anslås det at ca. 75-90% av alle bygnings-skader i større eller mindre grad er forårsaket av fukt (Almås et al., 2011; SINTEF Byggforsk, 2010). Undersøkelser gjort av Sintef Byggforsk (2010) har vist at årlige kostnadene forbundet med utbedring av prosessforårsakende byggskader i Norge beløper seg til omkring 10 % av de årlige investeringskostnadene ved nybygging. Dette gir en indikasjon på omfanget og forbedringsmulighetene i byggenæringen.

Dagens praksis er at beslutninger i bygningsfysisk prosjektering tas basert på bygningssimuleringer, forenklede retningslinjer, råd fra eksperter og kollegaer eller personlige vurderinger (De Wit & Augenbroe, 2002; Pallin, 2013). Usikkerheter knyttet til resultatene av simuleringene eller rådene som gis, formidles sjeldent. Flere studier har vist at usikkerheter i prosjekteringen bør hensyntas fordi de kan være av stor betydning for ytelsen til en bygning (De Wit & Augenbroe, 2002; Hopfe, 2009; MacDonald, 2002). Avvik mellom prosjekterte og observerte forhold setter et lys på underliggende usikkerheter som må hensyntas i prosjekteringen (Björnsson & Molnár, 2018). Utelates usikkerhetsvurderinger, kan informasjon gå tapt på veien, og beslutningsgrunnlaget blir dermed også usikkert.

1.2 Formål

Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med Klima 2050 som er et Senter for Forskningsbasert Innovasjon (SFI). Hovedmålet til Klima 2050 er å redusere samfunnsmessige farer knyttet til klimaendringer og økt nedbør- og flomvannseksponering i det bygde miljø (SFI Klima 2050, i.d.). Senteret har fire sentrale forskningsområder, også kalt arbeidspakker (WP). De fire arbeidspakkene er:

- WP1: Klimaeksponering og fuktrobuste bygninger
- WP2: Overvannshåndtering
- WP3: Vannutløste skred
- WP4: Beslutningsprosesser og virkemidler

Denne oppgaven går inn under WP1: «klimaeksponering og fuktrobuste bygninger», og har som formål å øke forståelsen for hva som inngår i fuktprosjektering, kartlegge hvilke usikkerheter som eksisterer i fuktprosjektering, undersøke hvordan usikkerheter behandles av bygningsfysikere i Norge og fremlegge eventuelle tiltak for å gjøre usikkerhetsvurderingen lettere. Det stilles fire forskningsspørsmål (FS) som skal presisere og tydeliggjøre formålet med oppgaven:

FS1: Hva inngår i fuktprosjektering?

FS2: Hvilke usikkerheter eksisterer i fuktprosjektering?

FS3: Hvordan behandles usikkerheter i fuktprosjektering?

FS4: Hvilke tiltak kan gjøre usikkerhetsvurderinger lettere?

1.3 Omfang og avgrensninger

Studien er avgrenset til å handle om fuktprosjektering. Andre viktige oppgaver for bygningsfysikeren som energi- og dagslysberegninger er utelatt selv om usikkerheter knyttet til disse områdene også eksisterer. Det foreligger også en naturlig tidsbegrensning ettersom masteroppgaven går over ett semester og utgjør 30 studiepoeng ved NTNU. Flere teoretiske og kvalitative resultater kunne blitt inkludert i en mer omfattende studie, men oppgavens omfang antas å være tilstrekkelig for å besvare forskningsspørsmålene.

1.4 Leserveiledning

Strukturen i oppgaven er basert på anbefalingene til Olsson (2011). Dette er gjort for å synliggjøre en logisk sammenheng og rød tråd mellom de ulike kapitlene.

Masteroppgaven består av følgende seks kapitler og leses i kronologisk rekkefølge:

Kapittel 1 Introduksjon presenterer bakgrunnen for oppgaven, forskningsspørsmålene, naturlige avgrensninger, rapportens struktur og sentrale begreper. Forskningsspørsmålene danner grunnlaget for de resterende kapitlene i rapporten.

Kapittel 2 Metode redegjør for valg av forskningsmetode og datainnsamlingsmetode, og beskriver hvordan data er analysert. Metoden er valgt basert på forskningsspørsmålene.

Kapittel 3 Teoretisk rammeverk fremlegger viktig teori og forskning relatert til oppgaven.

Kapittel 4 Resultat presenterer funnene fra intervjuene.

Kapittel 5 Diskusjon diskuterer resultatene fra *Kapittel 4* og teorien i *Kapittel 3*.

Kapittel 6 Konklusjon konkluderer basert på resultatene fra *Kapittel 4* og diskusjonen i *Kapittel 5*.

1.5 Begrepersavklaring

For å forhindre misforståelser og feiltolkninger avklares noen sentrale begreper og forkortelser som benyttes i oppgaven, disse er presentert i Tabell 1.

Tabell 1. Begreper og forkortelser.

Begrep	Forklaring
ARK	Arkitekt

Byggforskserien	Byggforskserien inneholder dokumenterte løsninger og anbefalinger for prosjektering, utførelse og forvaltning av bygninger (SINTEF Byggforsk, i.d.). Løsningene er veldokumenterte og robuste, og de oppfyller kravene i TEK. Serien består av mer enn 800 anvisninger og er det mest brukte planlegging og prosjekteringsverktøyet blant norske arkitekter og ingeniører.
Bygningsfysikk	Læren om de prosessene som påvirker en bygning som følge av indre og ytre klimapåkjenninger (RIF, 2015). Begrepet omfatter varmetransport, lufttransport, fukttransport, materialkunnskap, stråling og bygningsmaterialers egenskaper ved klimapåkjenninger.
Bygningsfysiker	En kompetent rådgiver innenfor fagfeltet bygningsfysikk (RIF, 2015). Vedkommende har dybdekompetanse på transprosesser for luft, varme og fukt.
Detaljtegninger	Bygningsdetaljer som gir opplysninger om hvordan konstruksjoner skal bygges. Dette gjelder geometri, materialbruk og sammenføring av materialer og komponenter.
Hygrotermiske simuleringer	Bruken av dataprogrammer til å modellere langtidseffekten av varme og fukt i en bygning eller gjennom en bygningskomponent (Asphaug, Time, Thue, et al., 2015; Künzle & Karagiozis, 2010).
Input	Inputdata og inputverdier brukes synonymt i oppgaven og beskriver alle verdier som må settes i et simuleringsprogram før en simulering kan kjøres.
Klimaendringer	Klimaendringer defineres som endringer i hvor ofte ulike typer vær forekommer (Benestad et al., 2021). Det kan være endring i middelveier av temperatur, nedbør, vannføring eller vind. Det kan også være endringer i hvor ofte og intenst ekstremvær inntreffer.
Klimaskjerm	De delene av bygningen som er påvirket av vær og vind. Eksempelvis tak, yttervegger og gulv.
Klimatilpasning	Planlegging som tar høyde for hvordan klimaet kan komme til å endre seg i

	fremtiden. Omfatter i denne oppgaven også tilpasning til lokalt klima.
LARK	Landskapsarkitekt
Nedbør	Betegnelse på vann i flytende eller fast form som treffer jordoverflaten (Kvande et al., 2012). Alle former for vann som utfelles fra atmosfæren i form av yr, regn, sludd, hagl eller snø betegnes i rapporten som nedbør.
Preakseptert ytelse	Ytelse gitt av Direktoratet for Byggkvalitet, og som vil oppfylle, eller bidra til å oppfylle, ett eller flere funksjonskrav i TEK (DiBK, 2020).
Prosjektører	Arbeidet med å lage skisser og tegninger, planlegge og utføre beregninger i forbindelse med byggeprosjekter. Utføres som regel av arkitekter og rådgivende ingeniører (Løvaas, 2018).
RIB	Rådgivende ingeniør bygg- og anleggsteknikk/konstruksjonsteknikk
RIByfy	Rådgivende ingeniør bygningsfysikk
Råte	Betegner i bygningsssammenheng svekkelse av teknisk betydning i trevirke på grunn av soppangrep (Kvande et al., 2012).
SINTEF Teknisk Godkjenning	En SINTEF Teknisk Godkjenning (TG) angir at en byggevare er vurdert til å være egnet i bruk og tilfredsstiller krav i TEK for de bruksområder og betingelser som er angitt i godkjenningsdokumentet (SINTEF Certification, i.d.).
Slagregn	Regn med vannrett bevegelse, horisontalkomponenten av skrått fallende regn. Opptreer når vind og regn forekommer samtidig (Bjørndalen & Sivle, 2021).

2 Metode

I metodekapittelet beskrives og begrunnes valg av forskningsmetoder, datainnsamlingsmetode og dataanalyse. Til slutt vurderes kvaliteten på studien i forhold til pålitelighet, gyldighet og generaliserbarhet.

2.1 Valg av forskningsmetoder

En hovedregel i forskning er å velge forskningsmetoder som er adekvate i forhold til studiens problemstilling (Malterud, 2017). Problemstillingen i denne oppgaven var manglende forståelse for usikkerheter i fuktprosjektering og hvordan disse ble behandlet av rådgivere i Norge. Kvalitative intervjuer er en forskningsmetode som ble ansett som adekvat i forhold til problemstillingen, fordi denne typen intervjuer er godt egnet til forskning på områder der kunnskapsgrunnlaget i utgangspunktet er tynt, der problemstillingen er sammensatt eller kompleks, og der man åpner for et mangfold av mulige svar (Malterud, 2017; Smith & Langehove, 1995). Dette var tilfelle i denne studien. I tillegg kan slike metoder benyttes for å sette nye spørsmål på dagsordenen, eller ved problemstillinger der det på forhånd ikke er oversikt over hva som kan være relevante svaralternativer. Det var også nødvendig med bakgrunnskunnskap og et teoretisk rammeverk for å kunne besvare forskningsspørsmålene. Et litteraturstudium ble valgt fordi det er godt egnet til å oppsummere kunnskap på et forskningsområde (Paul & Criado, 2020; Snyder, 2019). Utarbeidelsen av relevant bakgrunnskunnskap og teori ble derfor gjort basert på et litteraturstudium. I neste kapittel gis en beskrivelse av hvordan litteraturstudie og intervjuene ble gjennomført.

2.2 Datainnsamlingsmetoder

2.2.1 Litteraturstudie

Som en innledning til forskningen ble det gjennomført et litteraturstudium i form av en «scoping study». En «scoping study» er en metode for å kartlegge litteratur innenfor et tema, identifisere nøkkelkonseppter, teorier og avdekke kunnskapshull (Arksey & O'Malley, 2005). Det finnes flere måter å gjennomføre en slik studie på, men i denne oppgaven ble det valgt å følge det metodiske rammeverket til Arksey & O'Malley (2005). Denne metodikken ble valgt fordi den er godt egnet til å identifisere og behandle relevant litteratur knyttet til forskeres forskningsspørsmål. Rammeverket består av 5 trinn, og i det følgende presenteres hva som ble gjort under hvert av trinnene.

Trinn 1: Identifisere forskningsspørsmål

Det første trinnet innebar å definere forskningsspørsmålene. Et utkast til forskningsspørsmål ble laget i samarbeid med veilederne til masteroppgaven. Etter hvert som nye ideer og interessante funn ble gjort, ble forskningsspørsmålene revidert. Dette anses å være en av styrkene med kvalitative studier (Olsson, 2011).

Trinn 2: Identifisere relevant litteratur

For å identifisere relevant litteratur ble tre søkemotorer benyttet: Scopus, Oria og Google Scholar. De tre ble hovedsakelig valgt fordi de ble presentert som pålitelige søkemotorer

i metodekurset i TBA4521 Bygnings- og materialteknikk, fordypningsprosjekt på NTNU. I tillegg gir de mulighet til å avgrense søkene, eksempelvis med kombinasjoner av søkeord, publiseringssted og årstall for utgivelse. Alle søkene i søkemotorene var relatert til forskningsspørsmålene, og målet var å finne et så bredt og relevant utvalg av litteratur som mulig. Engelsk ble i hovedsak brukt som søkespråk da det anses som et universelt språk for internasjonal forskning og litteratur. Det ble brukt boolske operatører som «AND», «OR» og «NOT» for å knytte sammen søkeord. Søkefrasene endret seg etter hvert som forfatteren ble bedre kjent med problemstillingen, og inspirasjon fra allerede anvendt litteratur ble brukt til å utforme nye søkefraser. Tabell 2 presenterer eksempler på søkefraser som ble benyttet og antall treff som ble generert i de ulike søkemotorene.

Tabell 2. Identifiserte treff i søkemotorene Scopus, Oria og Google Scholar.

Søkefraser	Scopus	Oria	Google Scholar
"Climate change" AND "hygrothermal" AND "uncertainties"	8	261	845
"Climate change" AND "hygrothermal simulation" AND "RCM"	1	15	43
"Uncertainties in WUFI"	8	173	1150
"Building physics" AND "uncertainties"	27	1358	4370

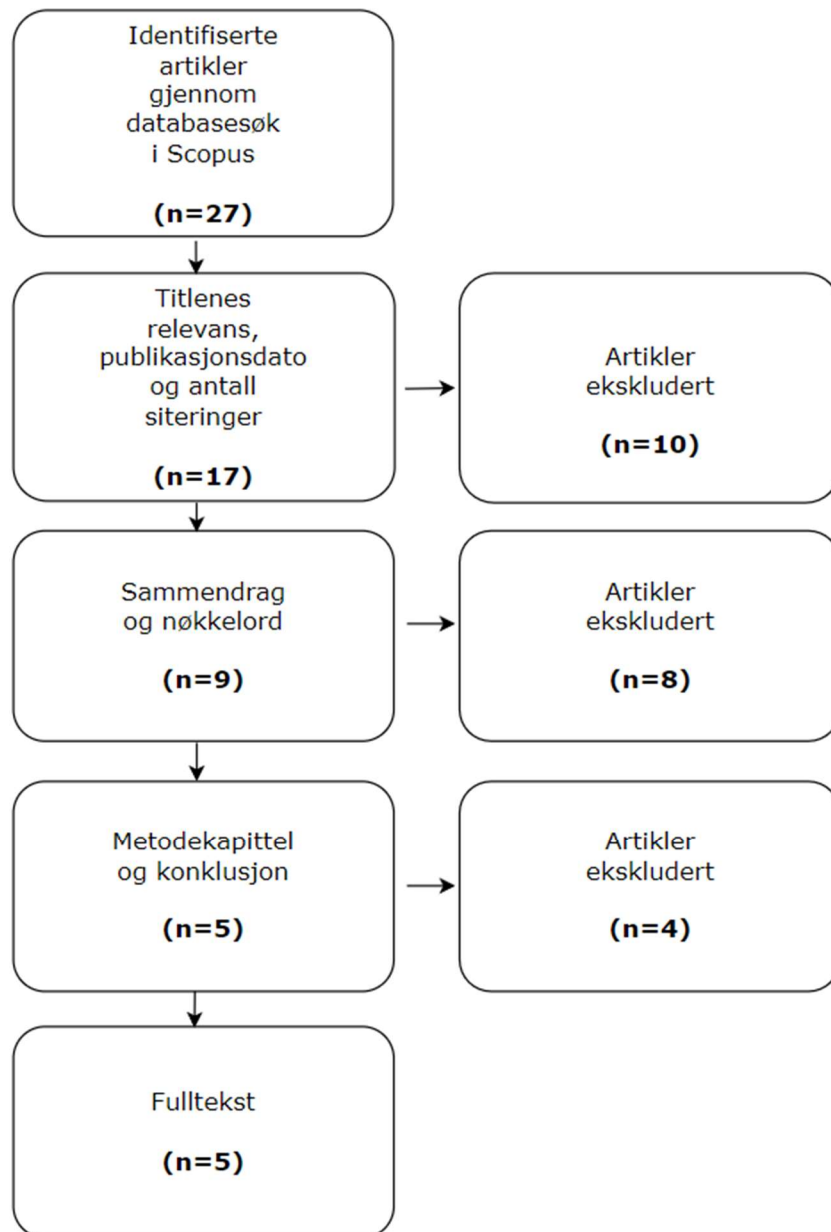
Tabell 2 viser at noen søkefraser gav svært mange treff. Et eksempel er søkefrasen "Building physics and uncertainties" med 27 treff i Scopus, 1358 i Oria og 4370 i Google Scholar. På grunn av tidsbegrensningen i studien valgte forfatteren å først vurdere all litteratur identifisert i Scopus. Dette fordi materialet i Scopus er fagfellevurdert (Elsevier, 2022). Dersom antall treff i Oria eller Google Scholar var under 30 stk. ble samtlige vurdert på lik linje med materialet i Scopus. I tilfeller hvor antall treff var over 30 stk. som i eksempelet over, ble treffene sortert etter antall siteringer fra høy til lav. Deretter vurderte forfatteren de 30 første artiklene. Ved å bruke denne metoden viser man sterk tiltro til søkefrasene og søkemotorenes algoritmer. En konsekvens av denne fremgangsmåten er at relevant litteratur kan bli ekskludert.

I tillegg til databasesøk ble «snowballing» brukt, der artiklers referanser ga nye kilder som ble brukt i resultatene (Sayers, 2007). «Snowballing» gjøres ifølge (Wohlin, 2014) vanligvis svært systematisk, men forfatteren har valgt å være mer liberal i fremgangsmåten, da behovet for å finne kilder ut over databasesøkene ikke har vært stort.

Trinn 3: Studieseleksjon

Det ble etablert en lesestrategi (se Figur 1) for å effektivt kunne evaluere og velge relevant litteratur. Strategien er egenutviklet og basert på tips fra tidligere masterstudenter og veileder for masteroppgaven. Etter et søk i en database ble artikler plukket ut basert på titlenes relevans for problemstillingen, publikasjonsdato og antall

siteringer. Derneft ble sammendrag og nøkkelord lest. Dersom innholdet var interessant for oppgaven, ble videre metodekapitlet og konklusjonen lest. De mest relevante artiklene ble til slutt lest i fulltekst, parallelt med at notater ble tatt. Flytskjemaet i Figur 1 viser lesestrategien og hvordan litteratur knyttet til søkefrasen «building physics and uncertainties» ble selektert. Søket gav 27 treff i Scopus, hvorav til slutt 5 artikler ble lest i fulltekst.



Figur 1. Flytskjema (Clausen, 2022). Flytskjemaet viser hvordan relevant litteratur ble selektert etter et søk i databasen Scopus. Prosessen var den samme for søk i Oria og Google Scholar.

På slutten av Trinn 3 hadde forfatteren utarbeidet et notat (ca. 40 sider) med en oppsummering av litteratur knyttet til søkefrasene.

Trinn 4: Sammenfatte data

Notatene fra Trinn 3 ble sortert etter naturlige temaer som oppstod etter søkene. Eksempelvis ble fuktprosjektering, usikkerheter, klimaendringer og konsekvenser av klimaendringer definert som temaer. Dette ble gjort for å lettere kunne implementere funn fra litteraturstudien under de forskjellige kapitlene i oppgaven. Å skille notatene tematisk anbefales av Arksey & O'Malley (2005) for å systematisere og lettere kunne rapportere funnene.

Trinn 5: Oppsummere og rapportere funn

Det siste trinnet i rammeverket innebar å oppsummere og rapportere relevante funn i oppgaven. På bakgrunn av det strukturerte notatet i Trinn 4, ble det skrevet korte sammendrag som ble inkludert i oppgaven under henholdsvis bakgrunns- og teorikapitlet.

2.2.2 Semistrukturerte intervju

Kvale & Brinkmann (2015) skriver at et intervju egentlig er en utveksling av synspunkter mellom to personer som snakker sammen om et felles tema. Formålet er ifølge Friis og Vaglum (1999) å legge til rette for samtale der informantens tanker, meninger, holdninger, resonnement, følelser, historier og motiver med relevans til forskningsspørsmålene kommer frem.

Det skilles ofte mellom tre ulike intervjumetoder: strukturerte intervju, semistrukturerte intervju og ustrukturerte intervju (Arntzen & Tolsby, 2010). I strukturerte intervju blir informantene stilt de nøyaktig samme spørsmålene, hvor hensikten er at svarene fra informantene skal være ekvivalente og sammenlignbare. Dette er forskjellig fra semistrukturerte og ustrukturerte intervju hvor det lages en intervjuguide med nøkkelspørsmål eller temaer på forhånd. Slike intervju er mer fleksible og gir mulighet til å stille avklarende spørsmål og tilleggsspørsmål.

I denne oppgaven ble semistrukturerte intervju valgt. Semistrukturerte intervju kan ifølge Arntzen & Tolsby (2010) være det beste valget for å sikre at intervjuet gir ønsket informasjon i en studiesituasjon der det ikke er tid til å gjenta intervjuene. Dette var tilfelle med masteroppgaven. En-til-en intervju ble videre valgt for å gi en grundig og detaljert beskrivelse av informantens erfaring, oppfatning og refleksjoner (Johannessen et al., 2016).

Intervjuguide

Intervjuguiden ble laget for å sikre struktur i intervjuene. Den var delt inn i syv overordnede temaer som forfatteren mente var viktige for å belyse problemstillingen (se Vedlegg A). De syv temaene var: budsjett, fuktrobusthet, usikkerhetsvurdering, erfaringsutveksling, erfaringstilbakeføring, fuktanalyser og klimatilpasning. Under hvert tema var det ett eller flere åpne spørsmål med tilhørende oppfølgingsspørsmål. Dette ble gjort for å skape dialog og flyt i intervjuet. Et eksempel på et åpent spørsmål under temaet klimatilpasning var: «Hva er dine tanker rundt klimaendringer og fuktprosjektering?». Informantene forventet gjerne mer klassisk spørsmål-svardynamikk i intervjuene mens forskeren ønsket friere beskrivelser. Tjora (2017) kaller dette asymmetri i forventet formalitet. Et eksempel på oppfølgingsspørsmålene som informantene fikk hvis de ikke tok hensyn til klimaendringer i prosjekteringen var: «Hva tenker du om at det ikke tas hensyn til klimaendringer i prosjekteringen?». Hensikten med oppfølgingsspørsmålet var å få informantene til å reflektere over eventuelle konsekvenser ved å ikke ta hensyn til klimaendringer i prosjekteringen. Refleksjon over

handling kan fremskynde en dialog mellom tenking og handling som kan føre til større innsikt (Schon, 1987; Taylor, 2003).

Utvelgelse av intervjuobjekter

Utvelgelse av intervjuobjekter burde sikre både dybde og bredde for å svare på forskningsspørsmålene (Creswell, 2009; DiCicco-Bloom & Crabtree, 2006). Et bredt datagrunnlag ble ansett som nyttig for å unngå å trekke feil beslutninger på et snevert datagrunnlag. LinkedIn ble benyttet for å rekruttere intervjuobjekter fordi man raskt kunne nå ut til relevante personer over hele landet. LinkedIn gir også informasjon om kjønn, arbeidserfaring, ansvarsområder, alder og arbeidsplass hvilket gjorde det enklere å få variasjon i utvalget. Hensikten med variasjon var å samle inn data som kunne representere bygningsfysikere i Norge, så bredt som mulig. Det kan også tenkes at en ung og nyutdannet bygningsfysiker svarer annerledes enn en senior med 20 års erfaring. Det å ha variasjon i arbeidserfaring kan være interessant for å belyse problemstillingen fra flere synsvinkler.

I LinkedIn ble søkeordet «Bygningsfysikk» benyttet, hvilket gav 323 persontreff. Hensikten med søkeordet var å få et bredt utvalg av relevante intervjuobjekter. Alle persontreffene ble gjennomgått og forespørsel om intervju ble sendt ut dersom vedkommende oppfulgte tre valgte kriterier. Utvalget av informantene ble dermed gjort strategisk og de valgte kriteriene var nært tilknyttet problemstillingen. De tre kriteriene som ble satt var:

1. Personen jobbet for øyeblikket med rådgivende ingeniørarbeid innenfor bygningsfysikk. De som tidligere hadde jobbet med bygningsfysisk prosjektering, men som nå var hos entreprenør ble ikke kontaktet. Dette ble hovedsakelig gjort fordi fokuset på blant annet klimaendringer i byggebransjen kan tenkes å være relativt nytt.
2. Personen jobbet hos et rådgivende ingeniørselskap. De som jobbet med bygningsfysisk prosjektering hos entreprenører og kommuner ble utelatt. Dette var et valg forfatteren gjorde på grunn av tidsbegrensningen i studien.
3. Personen hadde erfaring med fuktprosjektering og analyseprogrammer. Dette var viktig for å kunne besvare spørsmålene i intervjuet.

Totalt var det 55 stk. som oppfulgte kravene og som fikk tilsendt forespørsel om intervju. Av disse var det 15 stk. som deltok. Ytterligere to kandidater ble rekruttert via epost. Kontaktinformasjonen deres ble gitt av veilederne til masteroppgaven.

Utvalget

Til sammen deltok 17 rådgivende ingeniører på intervju. Som Tabell 3 viser hadde utvalget varierende grad av arbeidserfaring (1/2-24 år) og bakgrunn fra ti forskjellige selskaper. Informantene er gitt et tall for å ivareta anonymitet.

Tabell 3. Oversikt over utvalget.

Informant	Arbeidserfaring [år]	Selskap
1	2 ½	Rambøll
2	10	Rambøll
3	5 ½	Rambøll
4	2 ½	Asplan Viak
5	15	Asplan Viak

6	6	Asplan Viak
7	1 ½	Procon Rådgivende Ingeniører
8	10	Procon Rådgivende Ingeniører
9	10	Procon Rådgivende Ingeniører
10	9 ½	Multiconsult
11	24	Multiconsult
12	14	Sweco
13	6	Norconsult
14	10	Cowi
15	½	WSP
16	9	F.M Haaland
17	7 ½	Erichsen & Horgen

Figur 2 viser hvor det ble fortatt intervjuer (de røde sirklene). For å få et enda bredere datagrunnlag kunne det blitt gjennomført intervjuer i eksempelvis Ålesund og Tromsø. Dette ble ikke gjort ettersom utvalget ble vurdert som bredt nok til å kunne besvare forskningsspørsmålene.



Figur 2. Den geografiske spredningen på intervjuene (Clausen, 2022). Rød sirkel viser hvor intervjuer ble gjennomført.

Gjennomføring av intervju

Intervjuene foregikk i perioden 08.02.2022-17.03.2022, hvorav flesteparten ble holdt digitalt over Microsoft Teams. Dette var dels på grunn av studiens tidsbegrensning og økonomi, samt koronasituasjonen og at flere benyttet hjemmekontor. Norsk var intervjuspråket i alle intervjuene og de ble holdt i informantenes arbeidstid. Før intervjuet startet ble hensikten og problemstillingen gjentatt for informantene. Informantene ble også informert om intervjuets estimerte varighet (45-60 min) og om

muligheten til å trekke seg når som helst uten årsak. Forfatteren etterstrebet å stille de samme spørsmålene i alle intervjuene for å få sammenlignbare svar.

Etter 12 intervjuer opplevde forfatteren at det ikke ble hentet inn ny informasjon. Kvale og Brinkmann (2015) hevder at man bør gjennomføre intervjuer helt til det ikke lengre blir innhentet ny informasjon. Ytterligere fem intervjuer ble allikevel gjennomført for å undersøke om aktører på Vestlandet hadde en annen tilnærming til problemstilling. Jacobsen (2015) skriver at en øvre ramme på 20 intervjuer ofte er nok. Basert på hva Kvale og Brinkmann (2015) og Jacobsen (2015) skriver, ble 17 intervjuer vurdert som et godt datagrunnlag, og det ble derfor ikke gjennomført flere intervjuer.

Etiske vurderinger

I intervjuene ble det oppgitt personopplysninger hvilket medførte at studien krevde meldeplikt til Norsk vitenskapelig datatjeneste (NSD). Før datainnsamlingen ble det sendt inn meldeskjema for tillatelse til innsamling og lagring av informasjon. Meldeskjemaet ble vurdert, og bekreftelse til å kunne starte behandlingen ble gitt (se Vedlegg B).

Transkribering

Transkribering er en metode for å oversette talespråk til skriftspråk (Kvale & Brinkmann, 2015). Metoden organiserer intervjuene slik at de blir bedre egnet for dataanalyse. Malterud (2017) tydeliggjør viktigheten av at intervjueren selv gjør transkriberingen fordi intervjueren gjerne husker elementer som kan hjelpe å forhindre misforståelser, samtidig gir transkriberingen rom for bedre kjennskap til dataene. Av denne grunn valgte forfatteren å transkribere alle intervjuene selv. Braun & Clarke (2013) anbefaler et notasjonssystem som kan brukes i transkriberingen for å oppnå tilstrekkelig nøyaktighet for tematisk analyse. Forfatteren valgte dette notasjonssystemet fordi tematisk analyse ble valgt som analysetilnærming i denne studien. Braun & Clarke (2013) tydeliggjør at transkripsjonene krever en ordrett beskrivelse av verbale og i enkelte tilfeller nonverbale ytringer. Intervjuene ble derfor transkribert ordrett og det ble notert når informantene uttrykte usikkerhet eller lo.

Flere av intervjuobjektene hadde dialekt fra forskjellige steder i Norge. For å gi mer lesbar transkribering og ivareta anonymitet ble tekstmaterialet transkribert i bokmålsform. Småord og gjentakelser som «um» og «eh» ble utelatt, samt intervjuerens egne støttekommentarer som «ja, skjønner» og «mhm». Dette ble i hovedsak gjort for å gjøre transkriberingen mer lesbar. Det ble totalt transkribert 14 lydfiler som til sammen hadde en varighet på 762 minutter. Transkriberingen resulterte i 105 A4-sider med tekst.

2.3 Dataanalyse

Ifølge Robson & McCartan (2016) finnes det ingen universell konvensjon for hvordan kvalitativ data skal analyseres. I denne studien ble analysetilnærmingen tematisk analyse av Braun & Clarke (2006) benyttet. Tematisk analyse er en metode for å identifisere, analysere og rapportere temaer i et datasett (Braun & Clarke, 2006). Denne metoden ble valgt av tre grunner: (1) fordi den krever lite detaljert teoretisk og teknisk kunnskap, (2) fordi det er en gunstig metode for de som har lite erfaring med kvalitativ forskning og (3) fordi metoden er egnet når datagrunnlaget er stort. Braun & Clarke (2006) skriver at metodens teoretiske frihet kan bidra til å potensielt berike forskeren med detaljerte og komplekse betraktninger av forskernes data. Den egner seg også til å sammenfatte nøkkelkarakteristikker ut ifra store datasett, samt trekke frem likheter og ulikheter i datasettene. Braun & Clarke (2006) forklarer hvordan tematisk analyse består

av seks overlappende faser. Selv om fasene her presenteres sekvensielt, er analysen rekursiv, slik at forfatteren har beveget seg frem og tilbake mellom de ulike fasene. Hensikten med hver fase og hva forfatteren gjorde under hver fase presenteres i det følgende.

Fase 1: Bli kjent med datamaterialet

Hensikten med Fase 1 var å bli kjent med datamaterialet. Dette ble gjort ved å transkribere, lese igjennom, notere og se etter mønstre og meninger i datamaterialet. Transkriberingen av intervjuene var en god måte å bli kjent med dataene på fordi lydopptaket ble hørt flere ganger. I etterkant av transkriberingen ble all tekst gjennomlest samtidig som det ble tatt notater. Ideer som var ønskelige å undersøke videre i kodingen, egen respons til dataene og momenter av potensiell interesse ble gullet ut, og det ble lagt inn kommentar på hvorfor dette var spesielt interessant. Lesingen foregikk aktivt, analytisk og kritisk, og følgende hjelpespørsmål utarbeidet av Braun og Clarke (2012) ble stilt underveis i lesingen:

1. Hva var kjent fra før?
2. Hva var overraskende?
3. Hvorfor reagerte jeg på dataene på denne måten?
4. På hvilken måte var dette relevant for forskningsspørsmålene?

Til slutt i Fase 1 ble alle notatene samlet i et dokument. Dette ble gjort for å gi føringer for hvilke momenter som var ønskelig å undersøke videre i kodingen.

Fase 2: Koding av data

I denne fasen ble dataene gjennomgått systematisk og tildelt koder. Formålet var å bli kjent med hva som kunne være relevant (Braun & Clarke, 2006). En kode fanger opp hva som interessant med dataene og inneholder en merkelapp som tydeliggjør den underliggende ideen.

Hvert intervju ble gjennomgått og det ble forsøkt å segmentere utsagn og gi disse koder som var tilknyttet innholdet. Ifølge Braun & Clarke (2006) bør man dele inn datamaterialet i meningsfulle grupper ut fra fenomenet som skal utforskes, samt ut ifra om dataen oppstod underveis (induktiv tilnærming) eller om de var teoridrevne (deduktiv tilnærming). Braun & Clarke (2006) hevder at tematisk analyse enten er deduktiv eller induktiv, men denne analysen inneholder elementer av både deduksjon og induksjon. Noen koder var allerede bestemt på forhånd i intervjuguiden (deduksjon), mens andre oppstod underveis (induksjon). Forfatterens teoretiske kunnskap og oppgavens problemstilling har naturligvis påvirket hvordan kodene har blitt valgt.

Tabell 4 viser et eksempel på hvordan et tekstutdrag ble kodet. Hver kode ble gitt en farge for å lettere kunne sortere og sammenligne koder i Fase 3. På slutten av Fase 2 ble det laget en liste over alle kodene sammen med all relevant data for hver kode. Totalt 221 koder ble generert.

Tabell 4. Tematisk koding av tekstutdrag.

Tekstutdrag	Koder
«Vi er generelt for dårlig til å ta hensyn til usikkerheter. Vi glemmer totaliteten og bygger sårbare konstruksjoner med sårbare materialer. Vi blir skvist på	Gult – usikkerheter Blått – bygningsfysikerens ansvar/valg Rødt – press fra entreprenør/byggherre Lilla – arkitektens påvirkningsmulighet

<i>materialbruk og robusthet er litt utdatert, det skal være billig. Jeg tror heller vi skal bli flinkere på å bygge, ha dobbel sikring, enn å bygg inn mange usikkerheter».</i>	Grønt – pris Grått - forbedringsmuligheter
--	---

Fase 3: Generering av temaer

Hensikten med denne fasen var å finne likheter mellom koder og sortere disse i grupper (Braun & Clarke, 2006). Koder som lignet hverandre eller som var relatert til samme idé ble plassert under samme gruppe, mens koder som ikke hørte til en spesiell gruppe ble plassert i en restgruppe. Det var viktig å undersøke sammenhenger mellom kodene og hvordan de grupperte kodene kunne danne et overordnet tema. På slutten av Fase 3 var det syv ulike grupper med koder.

Fase 4: Kritisk gjennomgang av temaer

Hensikten med denne fasen var å gjennomgå de ulike gruppene med koder fra Fase 3 og vurdere om disse hadde potensiale til å danne et tema. Braun & Clarke (2013) anbefaler å stille følgende hjelpespørsmål i vurderingen:

1. Er temaet relevant for forskningsspørsmålene?
2. Hva er kvaliteten på temaet?
3. Hva er begrensningen til temaet?
4. Er det nok data til å støtte dette temaet?

De fire spørsmålene ble stilt for hvert potensielle tema. Det ble totalt identifisert syv tema, hvorav fire ble utelatt som følge av at de ikke var relevant for oppgavens problemstilling. For å vurdere kvaliteten og begrensningen til et tema ble kodene under hvert tema lest på nytt og det ble undersøkt hvor mye empiri som støttet temaet og hvorvidt alle informantene hadde uttalt seg om det. For å vurdere om et tema hadde tilstrekkelig med data ble antall referanser og utsagn sjekket.

Fase 5: Definere og gi navn til temaer

Hensikten med denne fasen var å undersøke sammenhenger mellom temaene uten at de overlappet, slik at man kunne fortelle en organisert historie om temaene i rapporten (Braun & Clarke, 2006). På dette stadiet ble tre temaer definert og navngitt: fuktprosjektering, usikkerheter i fuktprosjektering og behandling av usikkerheter i fuktprosjektering.

Fase 6: Rapportering

Den siste fasen i analysen bestod i å produsere den skriftlige rapporten (Braun & Clarke, 2006). Rekkefølgen på temaene ble satt og resultatene fra intervjuene ble presentert under resultatkapitlet.

2.4 Evaluering av metode

Det eksisterer flere måter å evaluere kvalitative studier på. Tjora (2017) presenterer pålitelighet, gyldighet og generaliserbarhet som tre kvalitetskriterier i forskning. Troverdighet, bekreftbarhet og overførbarhet brukes ofte synonymt i annen metodelitteratur (Johannessen et al., 2016; Thagaard, 2013). Tjora (2017) hevder at det

har lite for seg å blande inn nye begreper, og at pålitelighet, gyldighet og generaliserbarhet er gode nok kriterier i forhold til kvalitet i kvalitativ forskning. Av denne grunn vurderes studiens kvalitet etter disse tre kvalitetskriteriene.

2.4.1 Pålitelighet

Tjora (2017) skriver at pålitelighet handler om intern logikk eller hvorvidt det er en klar sammenheng mellom empiri, analyse og resultater i en studie. Ved kvalitativ forskning kan pålitelighet diskuteres i lys av datagenerering, transkribering og analysearbeid, hvilket gjøres i det følgende for både litteraturstudien og intervjuene. Det er innenfor det kvalitative forskningsfeltet forståelse for at en fullstendig nøytralitet i forskningen er umulig. Som forsker må en da være åpen om eventuelle forutinntatte oppfatninger og forberedt på å justere forståelse underveis.

Pålitelighet i litteraturstudien

For å styrke påliteligheten er forfatterens søke- og lesestrategi beskrevet i detalj. I tillegg er all litteratur allment tilgjengelig og oppgitt i rapportens referanseliste. Informasjonen fra litteraturstudiet kan ha vært upresis eller i verste fall direkte feil. Spesielt nyere litteratur er lite etterprøvd og kan dermed inneholde feil. For å unngå dette er det i stor grad benyttet fagfelleverdert litteratur, og resultater fra ulike artikler og bøker er vurdert opp imot hverandre. Relevant litteratur kan også ha blitt ekskludert i forskningen, som følge av at det er foretatt for få søk eller at feil søkeord er benyttet. For å begrense dette har forfatteren benyttet ulike søkemotorer, variert søkeordene og kombinert søkeordene med boolske operatører som «AND», «NOT» og «OR». Flere kilder kunne bidratt til å øke reliabiliteten, men totalt sett anses likevel reliabiliteten til litteraturen å være god.

Pålitelighet i intervjuene

Pålitelighet i kvalitative metoder kan være utfordrende da ustrukturerte prosesser som intervju vil være kontekstavhengige og vanskelige å etterprøve (Johannesen et al. 2016). For å styrke påliteligheten er intervjumetodikken og databehandlingen beskrevet i detalj. Datagrunnlaget var stort, hvilket gjorde valg av analysetilnærmingen viktig. Forfatteren valgte tematisk analyse fordi denne metoden krevde lite teknisk og teoretisk forståelse og fordi den var egnet for forskere med lite erfaring fra kvalitativ forskning. At forfatteren har valgt en egnet metode for databehandling og at forfatteren har grunnlaget til å utføre den, tenkes å styrke påliteligheten. Som følge mengden data, kan det tenkes at det burde ha blitt benyttet flere metoder for databehandling. På grunn av tidsbegrensningen knyttet til masteroppgaven, ble dette ikke gjort. At dataen kun er behandlet gjennom tematisk analyse kan tenkes å svekke påliteligheten.

Forfatteren diskuterte spørsmålene i intervjuguiden med veileder for å unngå at ledende spørsmål ble stilt. Det kan oppstå misforståelser dersom intervjuer og intervjuobjektet har forskjellig forståelse for begreper og uttrykk. For å forhindre misforståelser ble blant annet intervjuguiden sendt ut på forhånd, og intervjuobjektene ble bedt om å forklare eventuelle begreper som kunne skape misforståelse. Det var ingenting som tydet på at intervjuobjektene tilbakeholdt informasjon. Om dette hadde vært tilfelle ville påliteligheten ha bli svekket (Samset, 2008). Det ble utført 17 intervjuer i masteroppgaven, å inkludere flere intervjuer ville trolig ikke økt studiens pålitelighet ettersom det ikke ble hentet inn mer informasjon. Påliteligheten i intervjuene anses totalt sett å være god.

2.4.2 Gyldighet

Gyldighet handler om hvorvidt resultatene i studien besvarer forskningsspørsmålene (Tjora, 2017). Det er viktig at valgt metode samsvarer med problemstillingen og forskningsspørsmålene. Det styrker også gyldigheten i studien at den er faglig forankret, og at den bygger på annen relevant forskning og litteratur.

Gyldighet i litteraturstudien

Tjora (2017) skriver at den viktigste kilden til høy gyldighet er at forskningen pågår innenfor rammene av faglighet, forankret i relevant annen forskning. Alle søkene i litteraturstudien var rettet mot forskningsspørsmålene og relevant teori, og litteraturen som ble kartlagt anses å være relevant for å kunne besvare forskningsspørsmålene. Etter forfatterens oppfatning er den mest relevante litteraturen identifisert og analysert. Gyldigheten i litteraturstudien anses derfor som god.

Gyldighet i intervjuene

Intervjuguiden ble utarbeidet basert på problemstillingen i rapporten. Intervjuobjektene hadde førstehåndserfaring som bygningsfysikere og ble ansett som godt egnet til å besvare spørsmålene. Førstehåndskilder er med på å styrke gyldigheten til oppgaven (Jacobsen, 2015). Gyldigheten i intervjuene anses også som god.

2.4.3 Generaliserbarhet

Kvale & Brinkmann (2015) definerer generaliserbarhet som om funnene i studien kan være gjeldende for andre enn de som deltok i studien. Om generalisering er mulig i kvalitativ forskning har vært mye diskutert (Nadim, 2015). En vanlig innvending mot kvalitativ forskning er at slike studier ikke bygger på sannsynlighetsutvalg og derfor ikke kan generaliseres. På den annen side er det flere som argumenterer for at kvalitativ forskning kan produsere den samme type generalisering som kvantitativ forskning, og at man burde avvise ideen om at det kreves sannsynlighetsutvalg. Det vesentlige for representativitet argumenteres da for å være at man tar hensyn til variansen i fenomenet man studerer og at utvalget gjøres systematisk.

Ettersom det ble intervjuet bygningsfysikere i ulike byer, fra forskjellige selskaper, med varierende grad av arbeidserfaring, kan det diskuteres om resultatene kan generaliseres til å gjelde for bygningsfysikere i hele landet. Etter 12 intervjuer ble det ikke hentet inn mer informasjon, hvilket kan tyde på at resultatene kan generaliseres. Utvalget av intervjuobjekter ble også gjort systematisk med støtte fra tre utvalgskriterier. Dette kan bidra til å stryke representativiteten til intervjuene. Studien kan dermed argumenteres for å være generaliserbar for rådgiverne i Norge. Det kan også tenkes at resultatene kan generaliseres til å gjelde andre viktige oppgaver for bygningsfysikeren, som eksempelvis hvordan usikkerheter knyttet til energiberegninger behandles.

3 Teoretisk rammeverk

Hensikten med teorikapitlet er å gi relevant bakgrunnskunnskap til å kunne forstå og svare på forskningsspørsmålene. Kapitlet tar for seg fuktprosjektering, begrepene usikkerhet og risiko, usikkerheter i fuktprosjektering og behandling av usikkerheter.

3.1 Fuktprosjektering

Begrepet fuktprosjektering er mye benyttet i rådgiveryrke og det akademiske miljø, men det foreligger ingen definisjon av begrepet i hverken Byggeteknisk forskrift (TEK) eller Byggforskserien. For å unngå misforståelser har forfatteren utarbeidet en definisjon som benyttes igjennom oppgaven. Fuktprosjektering defineres her som det systematiske prosjekteringsarbeidet som gjøres for å sikre bygninger mot ulemper og problemer knyttet til fukt. Med prosjekteringsarbeid menes her prosessen med å lage skisser og tegninger og planlegge og utføre beregninger i forbindelse med byggeprosjekter (Løvaas, 2018).

3.1.1 Fire sentrale oppgaver innen fuktprosjektering

For å forstå hva som inngår i fuktprosjektering er blant annet ytelsesveilederen til Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) studert. RIF sin ekspertgruppe har utarbeidet egne ytelsesveiledere som skal bidra til å øke forståelsen for hva spesifikke fagfelt (inkludert bygningsfysikk) omfatter og hvordan rådgivende ingeniører innenfor de enkelte fagene kan bidra i et prosjekt. I RIF (2015) beskrives fire sentrale oppgaver for en bygningsfysiker. De fire anses å være hensiktsmessige å presentere for å gi forståelse for hvordan bygningsfysisk prosjektering foregår og for å forstå hvordan fuktprosjektering inngår som en del av bygningsfysisk prosjektering. I det følgende gis en kort beskrivelse av de ulike hovedoppgavene.

Premissdokument

En av hovedoppgavene til en bygningsfysiker er å utarbeide et bygningsfysisk premissdokument (RIF, 2015). Premissdokumentet skal gi en oversikt over bygningsfysiske forhold og problemstillinger i prosjektet, og det bør inneholde:

- TEK-krav som er relevante for prosjektet
- Prosjektspesifikke krav
- En vurdering av uteklime, prosjektets form størrelse, terreng og inneklime
- Premissløsninger for bygningsdeler
- Forslag til produkter og løsninger for å bistå prosjekteringsgruppen

I TEK17 stilles det blant annet krav til fuktsikkerhet i bygninger. I Tabell 5 er alle paragrafer i TEK17 knyttet til fuktprosjektering presentert. Tabellen er basert på RIF (2015) sin grensesnittmatrise om hvilke paragrafer i TEK10 som bygningsfysikeren er ansvarlig for. Tabellen er oppdatert etter TEK17 og inneholder kun paragrafer knyttet til fuktprosjektering. Bygningsfysikeren har ifølge RIF (2015) hovedansvaret for at samtlige paragrafer i tabellen oppfylles og dokumenteres, enten ved egne vurderinger eller med informasjon fra andre prosjekterende.

Tabell 5. Krav i TEK17 som angår fuktprosjektering.

TEK17	Kommentar
§ 13-9 Generelle krav om fukt	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser til øvrige prosjekterende. ARK og RIB tegner og RIByfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 13-10 Fukt fra grunnen	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til øvrige prosjekterende. Øvrige prosjekterende tegner inn tilstrekkelige løsninger. RIByfy kontrollerer at premisser er ivaretatt.
§ 13-11 Overvann	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til øvrige prosjekterende. LARK, ARK eller andre aktuelle prosjekterende tegner løsninger. RIByfy kontrollerer at premissene er ivaretatt i løsningene.
§ 13-12 Nedbør	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til ARK. ARK tegner sikring mot nedbør og RIByfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 13-13 Fukt fra innelufta	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til ARK. ARK tegner løsninger og RIByfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 13-14 Byggfukt	RIByfy er ansvarlige for å gi premisser for løsninger i prosjekteringsfasen. Entreprenør vil være ansvarlig for å sikre lavt nivå av byggfukt før innbygging.
§ 13-15 Våtrom og rom med vanninstallasjoner	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til ARK. ARK tegner løsninger og RIByfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.

Dokumentasjon av valgte løsninger

Bygningsfysikeren i et prosjekt skal sørge for at det finnes dokumentasjon for løsningene innenfor ansvarsområdet, enten ved å utarbeide egne analyser eller ved å påse at

leverandører har slik dokumentasjon (RIF, 2015). Det skilles mellom kvalitative og kvantitative analyser, hvor kvalitative vanligvis tar utgangspunkt i dokumenterte løsninger fra Byggforskserien, løsninger med Sintef Teknisk Godkjenning (TG), systemer med godkjenninger fra andre EU-land og løsninger beskrevet i NS3420. Kvantitative analyser innebærer beregninger av et slag, der bruken av hygrotermiske simuleringsprogrammer kan være nyttig i fuktprosjektering. Programmene har varierende grad av kompleksitet, men det er typisk numeriske modeller som tar hensyn til fuktkapasiteten til materialene, og de løser den tidsavhengige koblede varme- og massetransporten gjennom bygningskonstruksjonen (Geving, 1997).

Kontroll av detaljtegninger fra arkitekt

Detaljtegninger gir opplysninger om hvordan konstruksjoner skal bygges (RIF, 2015). Dette gjelder geometri, materialbruk og sammenføring av materialer og komponenter. Små avvik i detaljer kan få store konsekvenser i form av senere byggskader, derfor er kvalitetssikring av detaljtegninger svært viktig for rådgivere i bygningsfysikk. Bygningsfysikeren kontrollerer detaljens funksjon, og påser at relevante krav og anbefalinger er ivaretatt. Gjennom tegningskontrollen påtar bygningsfysikeren seg en betydelig del av ansvaret for den prosjekterte detaljen. Detaljtegninger av gulv, yttervegger, tak, terrasser og våtrom er særlig aktuelle.

Uavhengig kontroll prosjektering og utførelse

I et prosjekt skal det alltid foretas kontroll av prosjektering og utførelse (DiBK, i.d.). Kontroll skjer på utvalgte deler av prosjekterings- og byggearbeidet, og innebærer vurdering av samsvar mellom:

- TEK og prosjekterte ytelser
- Definerte ytelser og prosjekteringsresultater ved kontroll av prosjektering
- Produksjonsunderlag og utført byggearbeid ved kontroll av utførelse

I kontroll av prosjektering innhentes tegningslister og påvisning av at beregninger og tegninger foreligger. Knyttet til fuktprosjektering bør fuktsikring av gulv, vegger, vinduer og tak mht. klimapåkjenninger inne og ute kontrolleres. Det bør også kontrolleres om viktige overganger i våtrom er prosjektert korrekt. I kontroll av utførelse skal det påvises at det er samsvar mellom produksjonsunderlag og det utførte byggearbeidet. Momenter knyttet til fuktsikkerhet som bør kontrolleres er typisk taktekking/membraner, tetting av dampspærre og vindspærre, vindusinnsetting og beslag.

3.2 Usikkerheter

Fenomenet usikkerhet omtales mye i dagligtalen og det kan ofte benyttes synonymt med begrepet risiko. Hvilket som brukes avhenger av vane, omgivelser og hva som skal beskrives. Ifølge Hillson (2012) er det en vesentlige forskjeller mellom de to begrepene, hvilket gjør at det er naturlig å presisere hvordan begrepene brukes i denne oppgaven. Usikkerhet er her valgt å defineres etter SN-ISO Guide 73 som «en tilstand der det er mangel på informasjon, manglende forståelse av eller kunnskap om en hendelse, dens konsekvenser eller muligheten for at den skal forekomme» (Standard Norge, 2009). Risiko defineres etter Riesch (2013) som «en funksjon av usikkerheten knyttet til utfallet av en hendelse og konsekvensen av at hendelsen inntreffer». På dette vis blir usikkerheter en forutsetning for å beregne risiko. I denne oppgaven vil stort sett begrepet usikkerhet bli brukt fremfor risiko, ettersom det anses å være mer dekkende for de fenomenene som diskuteres.

Usikkerhetsdelen av risiko er ifølge Riesch (2013) problematisk fordi noen usikkerheter kan tallfestes, andre bare kan evalueres kvalitativt og noen har man absolutt ingen idé om hvordan man skal behandle. Usikkerheter kan videre representeres på ulike måter, eksempelvis kan man benekte at det eksisterer usikkerheter eller innrømme at det eksisterer noen mer eller mindre udefinerte usikkerheter. Dersom man kjenner en situasjon bedre kan det lages en liste med tenkelige utfall med en indikasjon, enten kvalitativ eller kvantitativ, om hvor sannsynlig vært utfall vil være. Med en valgt modell for et system, kan resultatet beskrives med en usikkerhet, for eksempel en sannsynlighet. Hvordan man representerer usikkerheter avhenger derfor sterkt av hvor mye kunnskap man har om situasjonen. Å benekte at det eksisterer en usikkerhet er et gyldig valg dersom man ikke kjenner til noen usikkerheter. En liste av tenkelige utfall er nyttig i tilfeller med begrenset kunnskap om hvor sannsynlig det er at hvert utfall inntreffer.

3.2.1 Epistemisk og aleatorisk usikkerhet og en inndeling av usikkerheter i 5 nivåer

I litteraturen er det et skille mellom to typer usikkerhet: epistemisk og aleatorisk usikkerhet. Epistemisk usikkerhet skyldes mangel på data, forståelse eller kunnskap om verden (Hayes, 2011). Denne typen usikkerhet kan reduseres dersom det innhentes mer data, kunnskap eller forståelse. Aleatorisk usikkerhet er på den annen side ikke-reduserbar, og forekommer som følge av tilfeldige forhold (naturlig variasjon) (Shamsi et al., 2020). Det er hensiktsmessige å skille mellom ulike typer usikkerheter fordi metoder for å mitigere usikkerhetene vil avhenge av type usikkerhet.

Riesch (2013) argumenterer for at det trengs en mer omfattende beskrivelse av usikkerheter og foreslår derfor en inndeling av usikkerheter i 5 ulike nivåer, presentert i Tabell 6. Hensikten med nivåinndelingen er å skape orden i måten man tenker på usikkerheter og lage et rammeverk for å kunne diskutere usikkerheter opp imot hverandre. Ifølge Riesch (2013) vil nivåene overlape. En usikkerhet kan dermed berøre flere nivåer og hvilket nivå en usikkerhet plasseres på vil også være avhengig av hvem som analyserer situasjonen. Usikkerhetene spenner fra nivå 1 hvor man kan tallfeste usikkerheten eksakt, til nivå 5 hvor man ikke en gang vet at en usikkerhet eksisterer. Fra dette kan en si at nivået en usikkerhet plasseres på, gjenspeiler den tilgjengelige mengden informasjon. Hvilket nivå en usikkerhet plasseres på kan også gi en indikasjon på hvilke usikkerheter som er håndterbare og hvilke man trenger mer data, informasjon eller kunnskap for å håndtere.

Tabell 6. 5 nivåer av usikkerheter basert på Riesch (2013).

Kategori	Beskrivelse
Nivå 1	Usikkerhet knyttet til utfallet/resultatet av modellen: Modellen er kjent, parametrene er kjent, og det knyttes en sannsynlighet p til utfallet/resultatet. Denne typen usikkerhet eksisterer bare i idealiserte situasjoner. Et eksempel kan være sannsynlighet i et terningkast.
Nivå 2	Usikkerhet knyttet til parametrene: Modellen er kjent, men parametrene er ikke kjent. Begrepet parametre inkluderer i denne sammenheng også inputverdier, startbetingelser og grenseverdier. Denne typen usikkerhet skyldes mangel på empirisk informasjon. Dersom man bare visste mer, kunne parametrene blitt fikset.

Nivå 3	Usikkerhet knyttet til valg av modell: Det er flere modeller å velge mellom, og man har en idé om hvor sannsynlig det er at de enkelte modellene representerer virkeligheten.
Nivå 4	Usikkerhet knyttet til begrensninger i modellen: Enhver modell er kun en modell av den virkelige verden, den vil aldri helt nøyaktig representere de faktiske forholdene. Begrensningene i modellen kan skyldes aspekter som man vet har blitt utelatt, eller forekomme på grunn av ekstrapoleringer fra data, begrensninger i beregningene eller en rekke andre mulige årsaker.
Nivå 5	Usikkerheter knyttet til ukjente: På dette stadiet vet man ikke engang, hva man ikke vet. Å respondere til denne usikkerheten er vanskelig, ettersom man ikke vet hva de er.

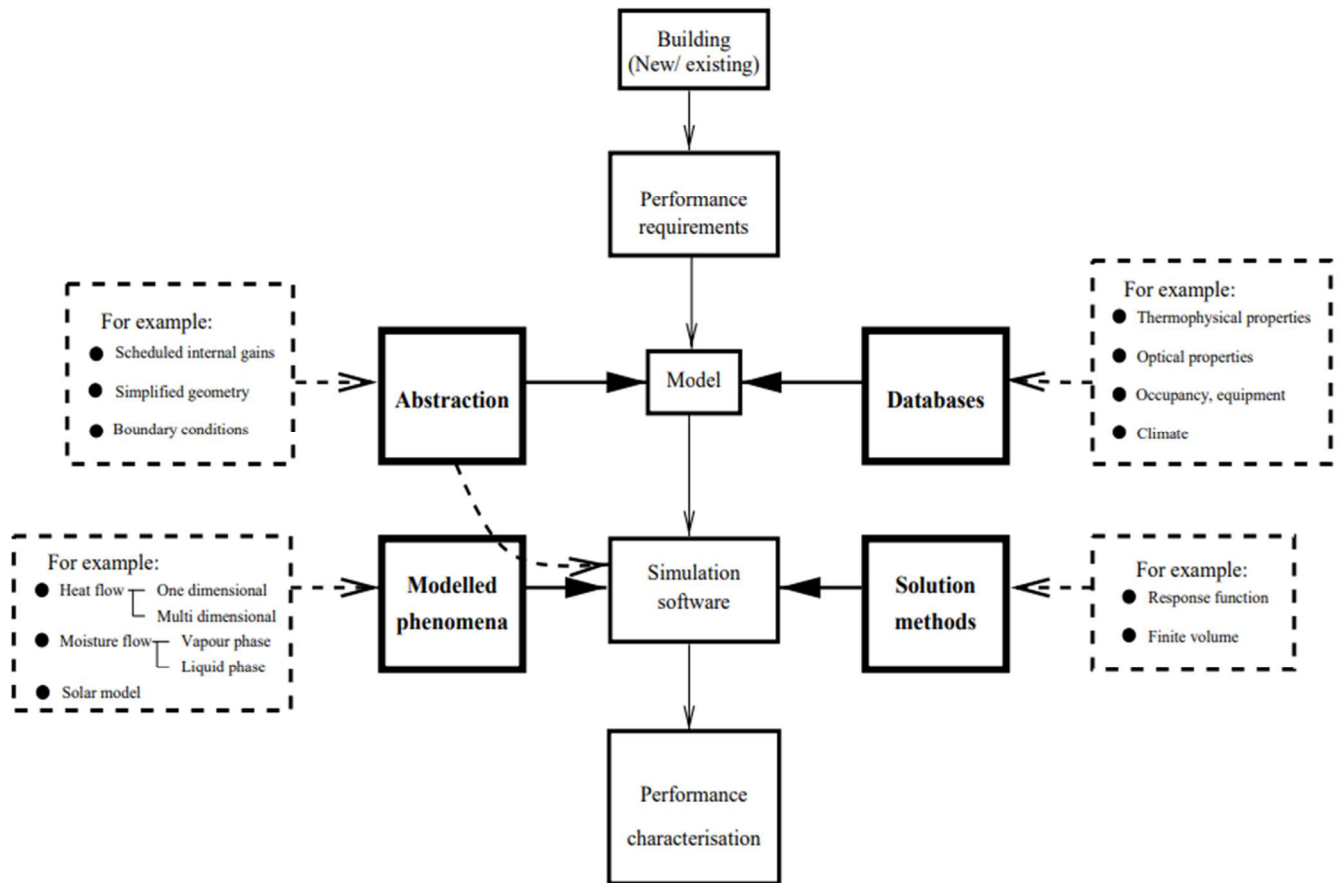
3.2.2 Usikkerheter i fuktprosjektering

Knyttet til fuktprosjektering eksisterer det flere usikkerheter. I det følgende presenteres noen av usikkerhetene som er identifisert i tilgjengelig litteratur.

Usikkerheter knyttet til hygrotermiske simuleringsprogrammer

Som nevnt kan bruken av hygrotermiske simuleringsprogrammer være viktig for bygningsfysikeren i kvantitative analyser, men mange av input-dataene er ofte usikre og vanskelige å definere helt korrekt (Geving, 1997). MacDonald et al. (1999) deler potensielle usikkerheter knyttet til simuleringsprogrammer inn i fire kategorier: abstraksjon, databaser, modellerte fenomener og løsningsteknikk. Usikkerheter knyttet til abstraksjon forekommer fordi det må gjøres forenklinger for å kunne modellere et design. Dette kan eksempelvis være forenklet geometri eller grensebetingelser. Usikkerheten knyttet til databaser skyldes at informasjonen i databasene ikke nødvendigvis samsvarer med de faktiske forholdene i et prosjekt. Materialparametre, innendørs og utendørs klima, hvordan bygget brukes av beboere og teknisk utstyr er eksempler. Usikkerheter knyttet til modellerte fenomener skyldes at bygningsfysikeren må velge hvilket simuleringsprogram som skal brukes og hvor detaljert fysiske prosesser skal modelleres. Eksempelvis kan man velge å simulere varmetransport i 1, 2 eller 3 dimensjoner. Usikkerheter knyttet til løsningsteknikk skyldes at det finnes flere ulike løsningsteknikker.

Hovedkilden til usikkerheter kommer fra de to første kategoriene, og effekten av disse kan estimeres. Figur 3 viser hvordan de fire kategoriene av usikkerheter virker inn på en simulering. Fra Figur 3 er det tydelig at usikkerheter knyttet til modellerte fenomener og løsningsteknikk knyttes til simuleringsprogrammet, mens abstraksjon og database knyttes til modellen som lages.



Figur 3. Kilder til usikkerheter i simuleringsprogrammer (MacDonald et al., 1999).

Usikkerheter i Byggforskserien

Løsningene i Byggforskserien er generelt ment å ha et pålitelighetsnivå som passer for alle deler av Norge (SINTEF Byggforsk, i.d.). Standardiserte løsninger for alle typer klima er i noen tilfeller passende. Allikevel er det slik at klimadifferensierte krav og løsninger gir det høyeste nivået av pålitelighet (Lisø et al., 2017). I mange tilfeller er det nødvendig å fraråde bruk av gitte tekniske løsninger eller kombinasjoner av materialer, på grunn av de lokale forholdene er for krevende for den foreslåtte løsningen. Retningslinjer for ulike geografiske områder er derfor en nødvendighet fordi landsdekkende løsninger kan medføre en usikkerhet for om den valgte løsningen tåler de lokale forholdene på byggestedet.

Usikkerheter knyttet til klimaendringer

Bygninger prosjekteres med en levetid på 40 til opp mot 100 år (Abd Rashid & Yusoff, 2015). Dette betyr at bygninger som prosjekteres i dag kan bli eksponert for de klimatiske forholdene i 2100, hvilket ifølge de fleste klimamodeller vil være radikalt forskjellige fra hvordan de er i dag. Det forventes blant annet en økning i årsnedbør, kraftigere og hyppigere styrtregnsperioder og en økning i årstemperatur (Miljødirektoratet, 2019; SFI Klima 2050, i.d.). Kombinasjonen av økt nedbør og temperatur gjør at en kan forvente økte problemer med råte og fuktskader (Kvande et al., 2012). Når bygninger skal prosjekteres, må derfor arkitekter og ingeniører være bevisst på, og ta hensyn til, de fremtidige endringene som forventes å inntreffe. En usikkerhet oppstår derfor når det benyttes internasjonale standarder, nasjonale

standarder, retningslinjer og sertifiseringsordninger som er basert på historisk værdata, eller i tilfeller hvor det gjøres simuleringer basert på historisk data (Lisø et al., 2017). Bruk av historisk data i prosjekteringsarbeidet kan medføre feilvurderinger av de påkjenningsene materialer og bygningsløsninger vil utsettes for. I Norge benyttes eksempelvis Byggforskserien som presenterer løsninger basert på historisk data (Lisø et al., 2017) og simuleringsprogrammet WUFI som har klimafilere for ulike steder i landet grunnet i observasjoner gjort i perioden 1965-1994 (Geving, 1997).

Dersom klimafilere som gjenspeiler fremtidens klima benyttes i simuleringsprogrammer, vil det introduseres nye usikkerheter i simuleringsmodellen som må hensyntas. Usikkerheten oppstår fordi klimaprojeksjoner er forbundet med høy grad av usikkerhet (Nik et al., 2012). Usikkerhetene kan knyttes til fremtidige menneskeskapt utslipp, naturlige klimavariasjoner og klimamodellene. Prosessen med å lage slik klimadata er kompleks. Kort oppsummert må det først velges et utslippsscenario som input i en global klimamodell (GCM). Deretter må resultatet fra GCM-en nedskaleres for å få en forståelse av klima regionalt eller lokalt. I hovedsak brukes det enten statistiske eller dynamiske metoder i nedskaleringen. Skaugen et al. (2010) og Nik et al. (2016) påpeker at en nedskalering fra globale til regionale eller lokale områder er komplisert, og at det alltid foreligger usikkerheter knyttet til bruk av klimadata fra slike nedskaleringer. Usikkerheten skyldes blant annet mangel på kompetanse om klimasystemets følsomhet, framtidige klimavariasjoner og begrensninger i klimamodellene. Det finnes også flere GCM-er å velge mellom, men hvilken modell som best representerer virkeligheten kan ikke verifiseres på grunn av kompleksiteten i parametrene og antagelsene som er gjort. Ifølge Lahsen (2005) har selv eksperter på feltet upålitelige estimater for mulige mangler ved modellene.

3.2.3 Behandling av usikkerheter i fuktprosjektering

Generelt for usikkerheter, uavhengig av hvilket nivå de er plassert på i rammeverket til Riesch (2013), er det slik at de kan reduseres gjennom bedre teorier, data, kunnskap og modellering.

Simuleringsprogrammer:

En stor utfordring i simuleringsprogrammer er hvordan man skal håndtere et mangfold av parametre og usikkerheter knyttet til disse (Hopfe, 2009). En metode for å identifisere usikkerheter i input og output av et simuleringsprogram er sensitivitetsanalyse. I slike analyser varierer man inputverdiene for å kartlegge hvilke parametre som har størst påvirkning på resultatet. De parametrene som har størst påvirkning kalles sensitive parametre i modellen. Sensitivitetsanalyser kan blant annet brukes til å undersøke:

- Hvor godt en modell representerer virkeligheten
- Hvilke inputverdiene som bør brukes i tilfeller hvor man mangler data
- I hvilken grad antagelser om fremtidig klima og bruken av et bygg påvirker resultatet
- Konsekvensene av å endre et aspekt ved designet

Selv om det foreligger metoder for å vurdere usikkerheter i simuleringsprogrammer, mener De Wit & Augenbroe (2002) og Holm et al. (2001) at en vurdering av usikkerheter snarere er unntaket enn regelen hos rådgivende ingeniører. Holm et al. (2001) begrunner dette med at forståelsen av fysiske prosesser og deres innvirkning på bygningskomponentene har vært førsteprioritet. De Wit & Augenbroe (2002) mener det

er skyldes at det mangler informasjon om usikkerhetene og at verktøy for å vurdere og tallfeste usikkerhetene ikke finnes i programmene.

Klimaendringer

For å undersøke konsekvensene av klimaendringene på bygninger kan man simulere bygningsdeler under klimaprojeksjoner for det kommende århundre. Eksempelvis undersøkte Nik et al. (2012) hvordan de hygrotermiske forholdene i ventilerte loft i Sverige ville bli påvirket av klimaendringer. Hygrotermiske simuleringer ble gjort for fire loftkonstruksjoner for perioden 1961-2100, under tre forskjellige utslippsscenarier. Resultatene fra studien viste at det er forventet en økning i fuktproblemer i loft, uavhengig av utslippsscenario. Flere lignende studier med bruk av fremtidige klimadata er gjort, som eksempelvis Nik et al. (2015), Huijbregts et al. (2012), Defo og Lacasse (2021). Klimaservicesenter har laget klimafremskrivninger av klima- og hydrologiske data for fastlands-Norge med døgnoopløsning for perioden 1971-2100 (Norsk Klimaservicesenter, i.d.). På deres nettside er denne dataen tilgjengelig for nedlastning og de skriver at den kan brukes som grunnlag for klimatilpasset dimensjonering av bygninger.

En annen metode å hensynta klimaendringer i prosjekteringen er å bygge mer robust enn hva dagens standarder og retningslinjer foreslår. En slik føre-var-tankegang er mye benyttet i praksis og nyttig når det å «gjøre ingenting» også medfører en risiko (DG ENV & UWE, 2017). Hallegatte (2009) mener at usikkerhetene knyttet til klimaendringer er vanskelige å behandle og at man istedenfor å optimalisere basert på klimaprojeksjoner fra modeller, nettopp bør bruke føre-var-prinsippet og bygge mer robuste bygninger. Miljødirektoratet (2019) hevder også at man i møte med klimaendringene må velge mer klimarobust design og at materialvalg og vedlikehold må tas hensyn til allerede i planleggingsfasen av et bygg.

4 Resultater

Kapittelet er delt inn etter forskningsspørsmålene og presenterer kun funn fra intervjuene. Direkte sitater er i enkelte tilfeller gitt for å underbygge relevante poenger.

4.1 Hva inngår i fuktprosjektering?

Fuktprosjektering innebærer ifølge informantene å bistå arkitekt og andre rådgivere til å komme frem til konstruksjoner og materialer som er robuste nok til å motstå dagens og fremtidens klimabelastninger på byggestedet. Det ble påpekt at all fuktprosjektering burde dokumenteres i et premissnotat. Premissnotatet inneholder relevante krav fra TEK, en beskrivelse av klimaet på byggestedet og anbefalinger på løsninger og materialvalg knyttet til de ulike delene av klimaskjermen (yttervegger, tak, gulv mot grunn, vinduer osv.). Hvilke materialer og løsninger som blir foreslått avhenger av blant annet lokalt klima og type bygg (svømmehaller, boliger, sykehus etc.). Et bygg på Vestlandet vil eksempelvis bli utsatt for større mengder slagregn sammenlignet med et i Oslo, hvilket naturligvis påvirker både material- og løsningsvalg. Det er tydelig at rådgiverne svært ofte anbefaler løsninger fra Byggforskserien og materialer med TG.

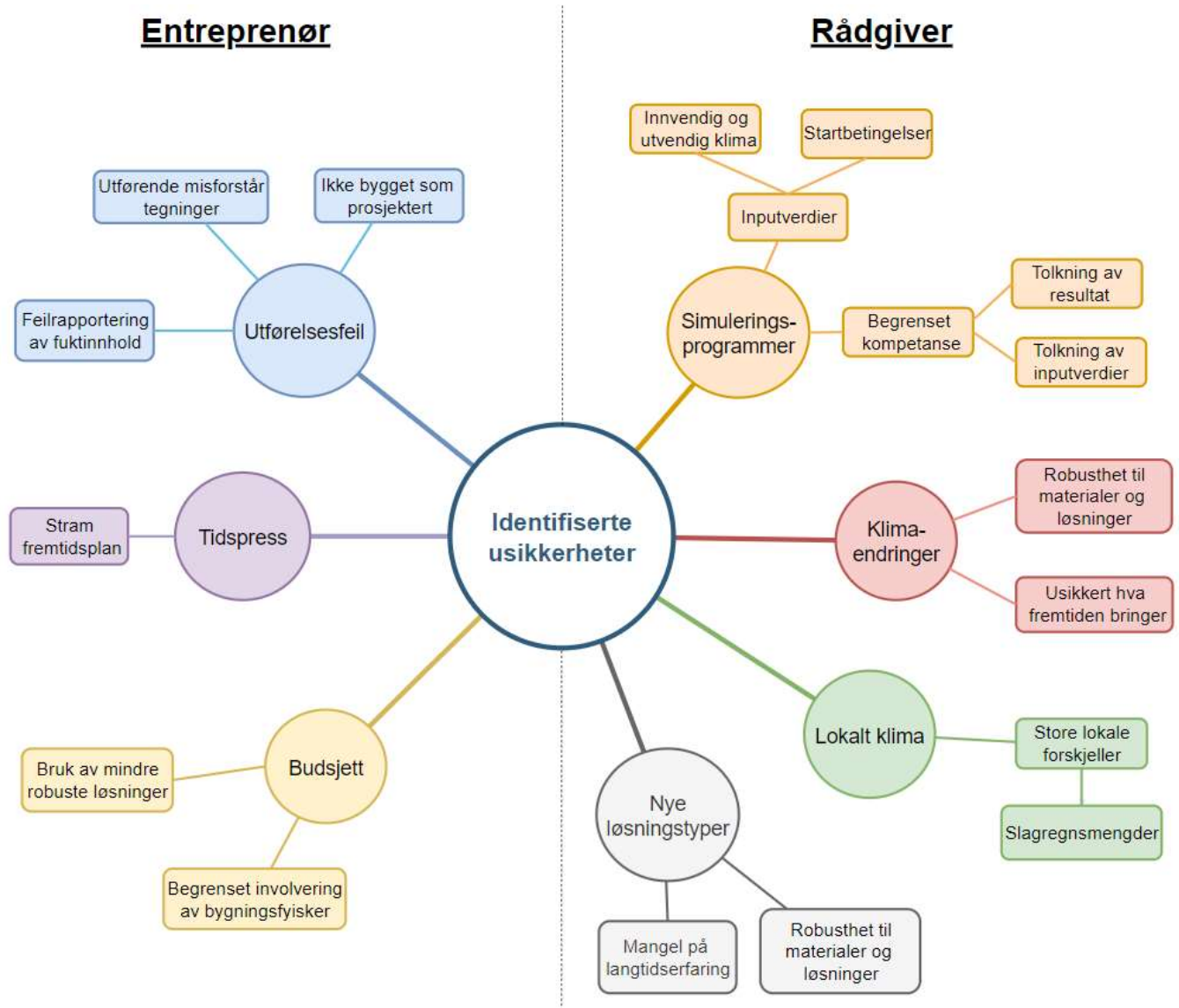
I tillegg til å utarbeide et premissnotat er det viktig å kontrollere detaljtegninger fra arkitekt og sammenligne disse opp mot kravene i TEK17 og løsninger fra Byggforskserien. Informantene nevnte flere momenter som kan påvirke fuktsikkerheten og som burde kontrolleres på detaljtegningene. Eksempelvis ble det nevnt:

- Overlapp, plassering og innfesting av membraner
- Beslag og vanntetting mot nedbør og slagregn
- Plassering av dampsperre i forhold til innklima
- Vurdering av damp tetthet på varm og kald side av klimaskille
- Vurdering av kuldebroer
- Byggbarheten til detaljen

Andre viktige oppgaver innen fuktprosjektering er å undersøke fare for kondens i kuldebroer og gjøre fukttekniske analyser for spesielle løsninger i prosjektet. For å undersøke faren for kondens ble det nevnt at programvarene Flixo og HEAT blir benyttet, mens WUFI blir brukt til fukttekniske analyser. Rådgiverne nevnte at kuldebroberegninger som regel blir gjort ukentlig, mens fuktanalyser bare blir gjort et par ganger i året. Uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse er også viktig innenfor fuktprosjektering, fordi man kan lære av andre sine feil og dermed unngå å gjøre samme feilen i egen prosjektering.

4.2 Hvilke usikkerheter eksisterer i fuktprosjektering?

På spørsmål om hvilke usikkerheter som eksisterer i fuktprosjekteringen ble det skilt mellom usikkerheter knyttet til entreprenør og usikkerheter knyttet til rådgiver. Figur 4 gir en oversikt over usikkerhetene som ble nevnt. Etter figuren gis en mer utdypende beskrivelse av usikkerhetene med sitater fra informantene.



Figur 4. Identifiserte usikkerheter knyttet til entreprenør (venstre side) og rådgiver (høyre side) (Clausen, 2022).

Utførelsesfeil

Den usikkerheten som ble nevnt av flest rådgivere og som ble betraktet å være den største usikkerheten knyttet til entreprenør var utførelsesfeil. Utførelsesfeil kunne eksempelvis skyldes at det ikke ble bygget som prosjektert eller at de utførende ikke forstod tegningene. Konsekvensene av dette kunne være at det ble bygget løsninger som var mindre fuktsikre enn hva som var prosjektert. Informant 11, 8 og 12 beskrev usikkerheten knyttet til utførelsesfeil som følger:

Informant 11: «*Utførelsesfeil er jo alltid der, vi kan prosjektere så mye vi vil, men det må utføres riktig. Vi har mange eksempler på hvor det ikke er gjort skikkelig. Samtidig skal vi være bevisst på at vi prosjektere byggbare løsninger, at vi tenker på rekkefølge, men likevel er utførelse en stor usikkerhet.*»

Informant 8: «*Hvis vi begynner på utførelsesfeil, så er hovedprinsippet at vi ikke lukker konstruksjonene før vi har målt vektprosent av fukt. Så da setter vi grensen*

på 15 og 20 vektprosent. Vi må legge til grunn at aktørene er seriøse, men det vi vet er at det måles stort sett feil, det ser vi på uavhengig kontroll. Når det skal dokumenteres på uavhengig kontroll så brukes det feil apparat ift. hva standarden sier man skal bruke. Når vi har målt selv har vi sett at vi har andre verdier. Når du sitter å modellere i Wufi så vet du hvor mye det har å si, så det er kanskje den største usikkerheten.»

Informant 12: «Utførelsesfeil er en stor usikkerhet, noen ganger er de (entreprenøren) i gang å montere før de har avklart noe. Da må man fange det opp. I noen tilfeller har prosjekteringen vært for dårlig og utførelsen har fulgt prosjekteringen, da må man stoppe utførelsen. Det er sammensatt. I andre tilfeller har de som utfører ikke fulgt tegningene.»

Tidspress og lave budsjett

En annen usikkerhet var i prosjekter hvor entreprenøren var presset på tid og budsjett. Tidspresset kunne eksempelvis medføre at vegger eller tak ble lukket før fuktinnholdet i treverket var lavt nok. Informant 3 og 16 gav følgende forklaring:

Informant 3: «Byggeplasser er åpne areal, vi ser jo det at selv om det regner en dag så skal de (entreprenøren) allikevel legge isolasjon på taket. Fremdriftsplanen er så sterk og så viktig, slik at fremdriften kan gå på bekostning av at man bygger inn fukt i takkonstruksjonen eller i bindingsverksvegger. Uttørkingstiden kan ta for lang tid for entreprenøren som står ovenfor et tidspress.»

Informant 16: «I tillegg kommer mye press på byggetid og utnyttelse om gjør at det kan bli usikkerhet selv om vi bruker dokumenterte løsninger.»

Et press på budsjett kunne medføre valg av mindre robuste løsninger som entreprenøren hadde benyttet i tidligere prosjekter. Budsjettet kunne også påvirke hvor mye bygningsfysikeren ble involvert i prosjektet, slik at et begrenset antall detaljtegningene ble kontrollert. Informant 6 og 12 fortalte:

Informant 6: «Jeg har vært borti prosjekter der den delen av budsjettet til kontrollering av detaljer har vært for liten ift. hvor stort det burde vært for det prosjektet.»

Informant 12: «Vi står kun ansvarlig for de detaljene vi får kontroller. Ofte er det kanskje 60-70 detaljer, men ofte vil de ikke kjøpe kontroll av alle. Så da kjøper de kanskje 20-30 stk. og resten tar de ansvar for selv.»

Lokalt klima

Forskjeller i lokalt klima var en usikkerhet knyttet til prosjektering som ble nevnt av flere rådgivere. Usikkerheten skyldtes at slagregnsmengdene kunne variere mye fra landsdel til landsdel, men også at det kunne være store lokale forskjeller i en kommune.

Informant 2: «Det er en stor usikkerhet at man har så store lokale forskjeller som også vil påvirke fuktsikkerheten. Norge har ikke et klima. (...) Man må jo tenke på det lokale klimaet, samtidig ser man til Byggforsk så skal jo det egentlig være løsning som skal kunne brukes i hele Norge, men så kan det hende at man burde gjøre noen ekstra vurderinger allikevel. Man bygger ikke kledninger med åpne plateskjøter på Vestlandet, selv om det åpnes for det i Byggforsk, man må gjøre noen vurderinger selv og.»

Kart og tabeller for slagregn i Byggforskserien ble brukt, men som følge av at det var begrenset med data for ulike steder i landet, kunne det være vanskelig å velge hvilken verdi for slagregn som skulle velges i prosjekteringen.

Nye løsningstyper

Nye løsningstyper medførte usikkerheter som var vanskelige å hensynta. Dette fordi man ikke visste hvordan slike løsninger fungerte over tid og det var vanskelig å forutse hvilke utfordringer som kunne oppstå. Det ble stilt spørsmål om løsningene i Byggforskserien var robuste nok og om materialene som skulle brukes ville tåle påkjenningen de ville utsettes for. På Østlandet var det mye fokus på blågrønne og grønne tak til overvannshåndtering. Informant 5 og 16 kommenterte utfordringen:

Informant 5: «(...) Nå er det blå og grønne tak, fordrøying, og det gjør at når det kommer mye vann på en gang, så renner det ikke unna på samme måte som før. Det bygger seg opp, hvilket er poenget, og da må man ha plass til det bassenget. Da holder ikke 150mm til Byggforsk lenger, da har jeg erfart at det bygger seg opp så mye vann at det renner over. Der har det kommet et nytt element, hva skjer på de takene og hva skjer når det vanner fryser? Når dette grønne taket ikke er grønt, men det fryser og over de vekslingene når det skifter mellom snø, is sol fryser på igjen?»

Informant 16: «Det vi gjør i dag er å tillate vann å stå på taket mye lengre. Før hadde man et sort tak, hvor målet var å få vannet vekk så fort som mulig. Endret fokus, vi skal fordrøye for å håndtere økt nedbørmengder, det tar meg seg noen utfordringer som jeg tror vi vil se mer av fremover. Man har jo ikke langtidserfaring med slike grønne tak.»

WUFI

Samtlige informanter fortalte at de brukte WUFI i fuktanalyser og at det var flere kilder til usikkerheter som kunne påvirke resultatet fra en simulering. Eksempler på dette var valg av klimafil, inputverdier, tolkning av resultat fra simuleringer og begrenset kompetanse. Informant 6, 2 og 17 fortalte:

Informant 6: *I Wufi så prøver man å finne klimadata fra akkurat der man er, men så er spørsmålet hva gjør man når man ikke har klimadata fra stedet?*

Informant 17: «Ja, det er veldig mange usikkerheter og parametre, både bruk av bygget, klima og hvordan luften beveger seg. Det er så mange parametre som vi ikke kan kontrollere.»

Informant 2: «Jeg har kanskje inntrykk av at kompetansen ikke er like god hos rådgiver. Ingen av mine kollegaer kunne WUFI bedre enn meg, så man må lære seg det selv. Alle beregningsprogrammer er jo «shit in, shit out». Man må lære seg å lese resultatene og inndataen riktig. Det krever også mye kompetanse så det vil jeg og si er en usikkerhet, bruken av programmer (...). Når man lager beregninger og beregningsrapport, da skriver man hvilke inputverdier man har brukt, men sjeldent er det noen med kompetanse som kan stille kritiske spørsmål til valgene.»

Valg av klimafil medførte en usikkerhet på grunn av store lokale variasjoner i Norge og få tilgjengelige klimafil i WUFI. Rådgiverne i Stavanger synes det var spesielt utfordrende fordi det ikke eksisterte en klimafil for Stavanger. Når et bygg skulle prosjekteres, måtte det gjøres en vurdering på om klimafil for Kristiansand eller Bergen skulle brukes.

Knyttet til inputverdier ble materialparametre og startfuktighet i konstruksjonen nevnt som kilder til usikkerheter. Sistnevnte kunne skyldes at entreprenøren hadde foretatt målinger av fuktigheten i treverket og rapportert et fuktinnhold som ikke var riktig. Dette kunne medføre at det ble benyttet lavere verdier for startfuktigheten enn hva som var reelt og følgelig få konsekvenser for resultatet fra simuleringene. Usikkerheten med materialparametre skyldtes få tilgjengelige materialer i WUFI sin database. Dersom et

materiale ikke var tilgjengelige i WUFI, måtte bygningsfysikeren velge et med tilsvarende egenskaper eller opprette et nytt produkt og legge inn verdier selv.

Klimaendringer

Klimaendringer ble av noen rådgivere nevnt som en usikkerhet fordi økt nedbør, høyere temperaturer og mer ekstremvær ville medføre økt belastning på bygninger og konstruksjoner. Informant 2, 4 og 15 fortalte.

Informant 15: *«Så er det jo usikkerheter knyttet til klimaendringer som er veldig vanskelig å ta hensyn til, men jeg tror at hvis vi bygger som man gjør i dag med preaksepterte ytelser så tror jeg det er ganske robust, også får klimaendringer.»*

Informant 4: *«Absolutt, jeg vet nesten ingenting om klimaet i fremtiden. Jeg vet at noen løsninger i dag vil være gode nok i 2050, men jeg vet på ingen måte nok om hvordan morgendagens vær vil se ut, utover at det blir mer nedbør og varmere.»*

Informant 2: *«Man vet jo ikke helt hva man har i møte. Skulle likt å se hvordan de tar hensyn til det. Her er det også mye usikkerhet, man vet ikke hva man har å forholde seg til i fremtiden (...). Det er ikke slik at hele landet vil få lik utvikling heller, noen får mer regn og noen får mer tørke.»*

Hvilke konstruksjoner som ville være mest utsatt og om løsningene i Byggforskserien og materialer med TG var robuste nok til å motstå klimaendringene ble nevnt som usikkerhetsmomenter. Det ble også nevnt at økt nedbør som følge av klimaendringer kunne påvirke hvordan nye løsningstyper ville fungere.

Usikkerhet knyttet til løsninger i Byggforskserien

Flere av rådgiverne hadde en oppfatning om at usikkerhetene inntreffer når man fraviker preaksepterte løsninger og løsninger fra Byggforskserien. Usikkerheter ble da først behandlet når det skulle prosjekteres løsninger som ikke var preaksepterte eller tilgjengelige i Byggforskserien. Blant annet fortalte informant 4, 8, og 14:

Informant 4: *«Usikkerheten inntreffer når man fraviker Byggforsk, altså når man gjør egne analyser. Går man for løsningene i Byggforsk er det problemfritt.»*

Informant 8: *«Når man går bort fra preaksepterte ytelser så går man mot det mer usikre, og da blir det flere usikkerheter når man f.eks begynner med beregninger. Beregningene er jo alltid en forenkling, så egentlig så inntreffer usikkerheten når man fraviker fra preaksepterte ytelsene.»*

Informant 14: *«Det er en viss usikkerhet knyttet til løsninger som ikke er preaksepterte fordi man ikke vet hvordan løsningen oppfører seg om 20 år.»*

4.3 Hvordan behandles usikkerheter i fuktprosjektering?

Informantene påpekte at det generelt var vanskelig å behandle usikkerheter i fuktprosjektering. Dette var hovedsakelig fordi det var mange kilder til usikkerheter, det ikke eksisterte en systematisk metode for å hensynta usikkerhetene, det var utfordrende å vurdere hvilke som var mest kritisk og det var vanskelig å tallfeste usikkerhetene. Konsekvensene av dette var at mange avgjørelser ble tatt basert på erfaringer, diskusjon med andre kollegaer og synsing. Informant 5, 9 og 17 kommenterte:

Informant 5: *«Vi har ikke en systematisk metode for å ta hensyn til usikkerheter annet enn sjekklister. Vi er generelt for dårlig til å ta hensyn til usikkerheter. Vi glemmer totaliteten og bygger sårbare konstruksjoner med sårbare materialer. Vi blir skvist på materialbruk og robusthet er litt utdatert, det skal være billig.»*

Informant 9: «Vi har ikke systematiske metoder for å hensynta usikkerheter, det blir mye synsing og erfaringsbasert i bygningsfysikk».

Informant 17: «Det er veldig mange usikkerheter og parametre, vi kan ikke kontrollere alle. Det er litt vage risikovurderinger som gjøres, og vi har ikke en metode for å ta hensyn til usikkerhetene. Det blir i så fall diskusjon med kollegaer og basert på erfaring».

En annen grunn til at det ikke ble gjort usikkerhetsvurderinger var fordi rådgiverne stolte på løsninger i Byggforskserien, TEK-kravene er oppfylt dersom disse benyttes og det spares tid i prosjekteringen når det ikke gjøres egne vurderinger. Informant 17 sa:

Informant 17: «Nei man stoler jo på Byggforsk og fordi vi er presset på budsjett, så gjør man så lite vurderinger som vi kan, fordi vi har ikke lyst å ta betalt for å gjøre unødvendige ting. Så hender det at folk velger løsninger fra Byggforsk selv om man er i stuss på hvor god løsningen er, men siden den er preakseptert og man ikke kan bli tatt hvis man bruker den løsningen, så velges den.»

Utførelsesfeil, tidspress og budsjett

Rådgiverne var tydelige på at det var lite som kunne gjøres for å redusere usikkerhetene knyttet til entreprenør. Tiltak for å redusere usikkerheten knyttet til utførelsesfeil var å tenke byggbarhet i prosjekteringen og kommentere viktige elementer på tegninger for å redusere feil under byggingen. Informant 10 fortalte:

Informant 10: «Jeg tenker også på at løsningene vi prosjekterer skal være mulige å gjøre i praksis, de må få et godt arbeidsunderlag. Hvis man tenker på luftespalter mellom kledning og vindspærre, så må man tenke på byggtoleranse og om det faktisk blir like stor spalte som vi har tegnet.»

I prosjekter hvor bygningsfysikeren bare fikk kontrollert et fåtall av detaljtegningene var det aktuelt å kun påta seg ansvaret for de kontrollerte tegningene og ikke hele ansvaret for fuktsikkerheten i bygget. Informant 2 kommenterte:

Informant 2: «Jeg har skrevet samsvarserklæringer der vi kun går god for de detaljene vi har kontrollert. Det er egentlig ganske sykt.»

Lokale forskjeller

På spørsmål om hvordan usikkerheter knyttet til lokaliteter ble hensyntatt, svarte informantene at kart over slagnedbør og temperaturer i Byggforskserien ble benyttet, mer klimadata ble innhentet fra hjemmesiden Seklima, samt at erfaringer og lokal kunnskap var viktig. Det var tydelig at flere gikk utover kravene i TEK17 og de foreslåtte løsningene i Byggforskserien for å ta hensyn til lokaliteter. Eksempler på slike tiltak kunne være ekstra membran, økt oppbrett på membran, ekstra fokus på vindtetting, økt størrelse på luftespalte og kritisk valg av materialer/produkter. På spørsmål om hvordan usikkerheten knyttet til lokale forskjeller ble hensyntatt, svarte informant 12 og 16 følgende.

Informant 12: «Først finner man slagregnsintensitet og hvor de mest slagregnutsatte fasadene er og har fokus på disse. Så er det disse materialene, hvordan tåler disse dette? Så plukker man materialer deretter, så må man kanskje ha ekstra membraner eller lignende rundt vinduene.»

Informant 16: «(...) Vi vurderer alltid hvor bygget ligger, vi sier som regel noe om slagregnmengde, temperaturer dimensjonerende, så det tar vi helt klart hensyn til. Sammenligner vi et bygg på vestlandskysten med et i Oslofjorden så er det to vidt

forskjellige klimaer. Så en løsning som fungerer i Oslo fungerer ikke nødvendigvis i Stavanger.»

Nye løsningstyper

Usikkerheten knyttet til nye løsningstyper ble sagt å være vanskelige å hensynta i prosjekteringen. I prosjekteringen av blågrønne og grønne tak på Østlandet ble det nevnt at usikkerheten ble redusert gjennom å gjøre fukttekniske analyser i WUFI. Simuleringer ble gjort for å undersøke hvordan konstruksjon ville oppføre seg over tid. Valg av robuste materialer ble også nevnt som tiltak for å redusere usikkerheten.

WUFI

På spørsmål om hvordan usikkerhetene i WUFI ble tatt hensyn til ble det fortalt at inputverdier, resultat og oppbyggingen av modell ble diskutert sammen med kollegaer. Informant 9 fortalte:

Informant 9: «Vi er bevisste på å gå gjennom resultatene med kollegaene, snakke om det og høre om det virker fornuftig. Det er nok det viktigste.»

Noen av rådgiverne nevnte også at man kunne variere startbetingelsene som eksempelvis startfuktigheten i konstruksjon for å se hvordan dette påvirket resultatet fra simuleringen. Informant 8 sa:

Informant 8: «Vi tar delvis hensyn til usikkerheter i WUFI med å regulere startfuktinnholdet og se på hvordan dette påvirker resultatet.»

Å regulere startfuktigheten ble oftest gjort i tilfeller hvor en konstruksjon lå i grenseland for hva som var et akseptabelt nivå av relativ fuktighet (RF) i konstruksjonen. Dersom en konstruksjon med litt høyere startfuktighet fikk en RF på over 80% ble det gjort tiltak.

Det var ingen av rådgiverne som kommenterte usikkerheten knyttet til hvordan klimafilen i WUFI var bygget opp eller om den var representativ for dagens klima. For de fleste rådgiverne medførte mangelen på klimafilen i WUFI at den klimafilen som var nærmest byggestedet ble valgt. For rådgiverne i Stavanger ble klimafilen for Bergen oftest valgt fordi dette ble ansett som mer konservativt enn å bruke klimafilen for Kristiansand. Informant 16 og 7 sa:

Informant 16: «Det er begrenset med klimasteder i WUFI for norske forhold, en håndfull, så vi prøver å velge det som er nærmeste det klimastedet vi bygger.»

Informant 7: «I WUFI så blir nærmeste sted Bergen for Stavanger, det har sin usikkerhet, men det er det nærmeste vi har. Noen ganger ser jeg også på Kristiansand. Men jeg tror det er mindre unøyaktig det enn å lage en egen fil. Det er vel stort sett mer konservativt å velge Bergen kontra Stavanger, men man får det ikke 100% nøyaktig.»

Klimaendringer

Resultatene viste at de færreste tok hensyn til klimaendringer i prosjekteringen. Hvis det ble gjort så var det enten brukt som et argument ovenfor byggherre eller entreprenør for å velge robuste materialer eller løsninger, eller så var det i prosjekter hvor byggherre eller arkitekt hadde et ønske om det. Informant 12, 11 og 16 sa:

Informant 12: «Det tas ikke hensyn til klimaendringer i prosjekteringen, vi ser ikke inn i glasskula og tenker på mer nedbør om 20 år. Jeg tror Sintef godkjente produkter tar hensyn til det, at det ligger en sikkerhetsmargin der.»

Informant 11: *«Vi bruker klimaendringer i argumentasjon for løsninger og materialvalg (...). Vi er et lite fag og ikke alene i prosjektene, både arkitekt og andre fag har sine meninger. Det er en utfordring å få det implementert i prosjektene. Jeg tror det må gis incentiver eller lovverk for at det skal tas mer hensyn til klimaendringer».*

Informant 16: *«Vi tar hensyn til klimaendringer når det er et fokus på det fra byggherren eller entreprenør, ellers går vi ikke utover TEK eller Byggforsk sånn direkte. Det er ofte kostnader eller at det går på bekostning av arkitekturen som forhindrer det.»*

Det var flere grunner til at det ikke ble tatt hensyn til klimaendringer i prosjekteringen. En begrunnelse var at det var vanskelig fordi det var lite konkret beskrevet i TEK17 og Byggforskserien hvordan det kunne gjøres. En annen var at det i liten grad eksisterte verktøy eller hjelpemidler som kunne brukes. En tredje var at bygningsfysikk ble sett på som et lite fag med liten påvirkningsmulighet, spesielt dersom man ikke ble involvert tidlig i prosjektet. Dette gjorde det utfordrende å få gjennomslag for sine løsninger. Spesielt i totalentrepriser ble det sagt at man ble skvist på budsjett og tvunget til å kun levere minimumsytelser. En fjerde begrunnelse var at det ikke var nødvendig å ta hensyn til klimaendringene fordi løsningene i Byggforskserien og Sintef godkjente produkter hadde en sikkerhetsmargin som gjorde dem sikre nok mot fremtidig klima.

5 Diskusjon

Diskusjonen er strukturert etter forskningsspørsmålene på lik linje med resultatkapitlet.

5.1 Hva inngår i fuktprosjektering?

Fuktprosjektering er i oppgaven definert som det systematiske prosjekteringsarbeidet som gjøres for å sikre bygninger mot ulemper og problemer knyttet til fukt. Denne definisjonen stemmer godt overens med hvordan rådgiverne beskrev fuktprosjektering, som arbeidet med å bistå arkitekt og andre rådgivere til å komme frem til konstruksjoner og materialer som er robuste nok til å motstå dagens og fremtidens klimabelastninger på byggestedet. For å sikre at en felles forståelse for begrepet ivaretas i fremtiden, kan forfatterens definisjon, eller en lignende definisjon, implementeres i TEK og Byggforskserien.

Resultatene tyder på at det er enighet i hva som inngår i fuktprosjektering blant rådgiverne. Kort oppsummert innebærer fuktprosjektering å gjennomføre vurderinger av alle forhold som kan medføre en risiko for fremtidige fuktskader i et prosjekt. Basert på intervjuene og veilederen til RIF (2015) er viktige oppgaver knyttet til fuktprosjektering å kontrollere fuktsikkerheten i detaljtegninger fra arkitekt, dokumentere at løsninger og materialer oppfyller kravene i TEK17 §13-9 til §13-15 og prosjektspesifikke krav, fremlegge problemstillinger knyttet til fukt i et premissnotat, og gjennomføre uavhengig kontroll prosjektering og utførelse. Fuktprosjektering berører dermed alle hovedoppgavene til en bygningsfysiker, men fokuserer kun på utfordringer knyttet til fukt. Tabell 7 oppsummerer hovedoppgavene knyttet til fuktprosjektering.

Tabell 7. Hovedoppgaver i fuktprosjektering.

Hovedoppgaver	Innhold
Utarbeide premissnotat	<p>Presentere TEK-krav som er relevante for prosjektet (fuktprosjektering TEK17 §13-9 til §13-15).</p> <p>Fremlegge prosjektspesifikke krav knyttet til fukt.</p> <p>Vurdere om uteklimaet, prosjektets form, størrelse, terreng eller inneklime kan medføre utfordringer med hensyn til fukt.</p> <p>Fremlegge premissløsninger for bygningsdeler.</p> <p>Presentere forslag til materialer og løsninger for å øke fuktsikkerheten.</p>
Dokumentere valgte løsninger	<p>Kvalitative analyser:</p> <ul style="list-style-type: none">- Gjøre vurderinger opp mot blant annet Byggforskserien og produkter med TG

	<p>Kvantitativ analyser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fukttekniske analyser i WUFI - Undersøke fare for kondens
<p>Kontrollere tegninger fra arkitekt og andre rådgivere</p>	<p>Kontrollere detaljens funksjon og undersøke hvorvidt relevante krav og anbefalinger er ivarettatt. Detaljtegninger av gulv, yttervegger, tak, terrasser og våtrom er særlig aktuelle, og momenter som kan påvirke fuktsikkerheten er blant annet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Overlapp, plassering og innfesting av membraner - Beslag og vanntetting mot nedbør og slagregn - Plassering av dampsperre i forhold til inneklime - Vurdering av damptetthet på varm og kald side av klimaskille - Vurdering av kuldebroer - Byggbarheten til detaljen
<p>Gjennomføre uavhengig kontroll utførelse og prosjektering</p>	<p>Gjennomføre kontroll på utvalgte deler av prosjekterings- og byggearbeidet, og vurdere om det er samsvar mellom:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TEK17 og prosjekterte ytelser - Definerte ytelser og prosjekteringsresultater ved kontroll av prosjektering - Produksjonsunderlag og utført byggearbeid ved kontroll av utførelse

5.2 Hvilke usikkerheter eksisterer i fuktprosjektering?

Informantene skilte mellom usikkerheter knyttet til entreprenør (utførelsesfeil, tidspress og lave budsjetter) og usikkerheter knyttet til rådgiver (lokalt klima, nye løsningstyper, klimaendringer og bruk av simuleringsprogrammer). Alle de overnevnte kan argumenteres for å være epistemiske usikkerheter fordi de er reduserbare av enten entreprenør eller rådgiver dersom mer data, forståelse eller kunnskap innhentes. Basert på hva informantene fortalte kan usikkerhetene knyttet til entreprenør i større grad tenkes å være utenfor bygningsfysikerens kontroll. Dette gjør det naturlig å fokusere på usikkerhetene knyttet til rådgiver, ettersom disse kan være lettere å redusere fordi rådgiveren kan påvirke dem. I fortsettelsen av oppgaven vil derfor fokuset være på usikkerheter knyttet til rådgiver.

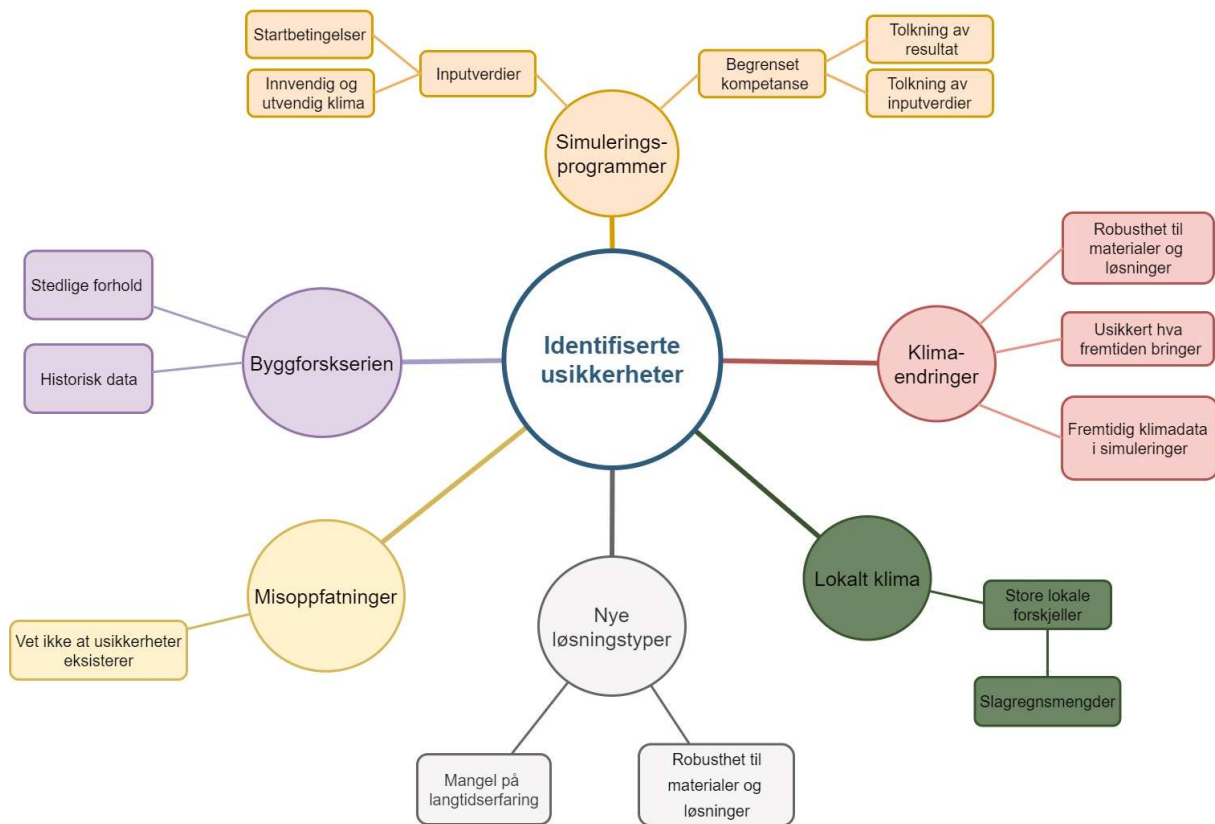
Resultatene viste at det er et skille mellom rådgiverne i hvilken grad de tar hensyn til usikkerheter i fuktprosjekteringen. Flere av rådgiverne har en tankegang om at usikkerhetene først inntreffer når man fraviker preaksepterte løsninger og løsninger angitt i Byggforskserien. I teorikapitlet ble det forklart at løsningene i Byggforskserien

innebærer usikkerheter fordi de er basert på historisk data, og fordi det bør gjøres en vurdering av stedlige forhold på grunn av store lokale forskjeller i Norge. Denne misoppfatningen blant rådgiverne vitner om sterk tiltro til løsningene presentert av Byggforskserien. Som kjent fra teorikapitlet skriver Riesch (2013) at måten usikkerheter blir representert på varierer sterkt av graden av kunnskap man har om situasjonen. Eksempelvis kan man benekte at usikkerheter eksisterer, dersom man ikke kjenner til noen usikkerheter. Resultatene tyder på at dette delvis er tilfelle. Rådgiverne tar ikke hensyn til usikkerheter når Byggforskserien brukes, fordi de ikke vet at usikkerheter eksisterer i de løsningene. Dette blir dermed en usikkerhet knyttet til det ukjente. Denne usikkerheten er i oppgaven valgt å omtales som *misoppfatning blant rådgiverne*. Andre deler av resultatene tyder på at det ikke gjøres vurderinger av usikkerheter knyttet til Byggforskserien fordi rådgiveren ikke kan bli «tatt» når slike løsninger velges, fordi kravene i TEK er tilfredsstilt. De sparer dermed tid på å ikke gjøre slike vurderinger. Denne gruppen anerkjenner at usikkerheter eksisterer, men velger å ikke gjøre vurderinger av dem.

I teorikapitlet ble bruk av fremtidig klimadata i simuleringsprogrammer presentert som en kilde til usikkerheter. Simuleringer med fremtidig klimadata kan brukes til å vurdere robustheten til en løsning under et fremtidig klima. Slike simuleringer er mer vanlige, og det kan tenkes å være et hjelpemiddel som også rådgivere i Norge kan benytte i tiden fremover. På grunn av usikkerheten knyttet til klimaprojeksjoner, vil bruk av slik klimadata også medføre usikkerheter i simuleringer. Bruk av fremtidig klimadata i simuleringer er derfor her presentert som en usikkerhet.

Figur 5 oppsummerer dermed usikkerhetene knyttet til rådgiver i fuktprosjekteringen basert tilgjengelig litteratur og intervjuene av bygningsfysikere i Norge. Det er her valgt å kun presentere usikkerhetene knyttet til rådgiver ettersom disse i større grad kan påvirkes.

Epistemiske usikkerheter knyttet til rådgiver



Figur 5. Epistemiske usikkerheter knyttet til rådgiver (Clausen, 2022).

5.3 Hvordan behandles usikkerheter i fuktprosjektering

Informantene påpekte at det var vanskelig å hensynta usikkerhetene i fuktprosjekteringen fordi det er mange kilder til usikkerheter, det ikke eksisterer en systematisk metode for å hensynta usikkerhetene, det er utfordrende å vurdere hvilke som er mest kritisk og det er vanskelig å tallfeste usikkerhetene. Dette stemmer godt med hva Riesch (2013) skriver om at usikkerhetsdelen av risiko er problematisk fordi noen usikkerheter kan tallfestes, andre bare kan evalueres kvalitativt og noen har man absolutt ingen idé om hvordan man skal behandle. At det er vanskelig å ta hensyn til usikkerheter resulterte i vage usikkerhetsvurderinger og at mange avgjørelser ble tatt basert på erfaringer, diskusjon med kollegaer og synsing. Dette vitner om et behov for bedre verktøy og retningslinjer for hvordan usikkerheter kan hensyntas i fuktprosjekteringen. Diskusjon med andre kollegaer kan tenkes å være effektivt for å redusere usikkerheter dersom det bringes inn ny eller bedre informasjon. På den annen side er det lite effektivt dersom kunnskapen som trengs til å stille kritiske spørsmål mangler. Kunnskap blir dermed en forutsetning for at usikkerhetene skal kunne reduseres gjennom diskusjon. Å ta avgjørelser basert på tidligere erfaringer eller synsing kan tenkes å være mindre effektivt. Erfaringer fra tidligere prosjekter kan ikke uten videre overføres til nye, fordi de er et resultat av den usikkerheten som var til stede akkurat på det tidspunktet. Nye usikkerheter kan ha oppstått som ikke tidligere var identifiserte. Eksempelvis har det i tidligere prosjekter gjerne blitt valg løsninger og materialer uten å vurdere konsekvensen av klimaendringene. Tidligere løsninger og

materialvalg kan ha tålt klimaet hittil, men de vil ikke nødvendigvis tåle den økte påkjenningen som forventes å komme. Det kan derfor være problematisk å bruke disse erfaringene i nyprosjekteringen.

Rådgiverne i Norge gjør til en viss grad en vurdering av usikkerhetene i WUFI, men siden det er mange parametre og vanskelig å tallfeste usikkerhetene blir det hovedsakelig tatt beslutning basert på diskusjon med andre kollegaer. Dette samsvarer med studien til De Wit & Augenbroe (2002), som skriver at usikkerhetsvurderinger i simuleringprogrammer snarere er unntaket enn regelen fordi det mangler informasjon om usikkerhetene og siden verktøy for å vurdere og tallfeste usikkerhetene ikke finnes i programmene.

Usikkerheten knyttet til lokalt klima blir tatt hensyn til ved å bruke kart over slagregn i Byggforskserien, innhente mer klimadata fra Seklima og gjennom å velge mer fuktrobuste løsninger enn de presenterte i Byggforskserien. Eksempler på slike tiltak er ekstra membran, økt oppbrett på membran, ekstra fokus på vindtetting, uttørkingsevne og kritisk valg materialer/produkter. Det er tydelig at flere går utover kravene i TEK17 og de foreslåtte løsningene i Byggforskserien for å ta hensyn til lokaliteter. Førre-var-prinsippet blir dermed benyttet gjennom å velge mer robuste løsninger for å hensynta usikkerheten. Informantene fortalte også at det eksisterer få klimafilere for Norge i WUFI (12 steder), hvilket gjør tilpasningen til lokalt klima vanskelig. Praksisen er at klimafilen nærmest stedet det skal bygges blir valgt eller at det blir valgt en klimafil som representerer et verre klima. Å velge et verre klima i simuleringen vil gi en konservativ løsning og derfor ikke være problematisk. Når klimafilen nærmest et sted velges, burde det gjøres en vurdering om den er representativ for byggestedet. Om klimafilen ikke er representativ kan resultatet bli upresist, og det kan medføre at det velges en løsning som ikke er robust nok for klimapåkjenningen på byggestedet.

Usikkerheter knyttet til nye løsningstyper som eksempelvis blå-grønne og grønne tak blir forsøkt mitigert gjennom å gjøre simuleringer i WUFI. Det blir ikke gjort vurderinger av hvordan klimaendringer vil kunne påvirke nye løsningstyper, hvilket kan tenkes å være naturlig siden det ikke eksisterer fremtidig klimadata i WUFI. Valg av robuste materialer ble nevnt som et førre-var-tiltak.

Resultatene er tydelige på at det i liten grad blir tatt hensyn til usikkerheter knyttet til klimaendringer i prosjekteringen. Det blir i hovedsak valgt løsninger fra Byggforskserien som i liten grad er tilpasset et fremtidig klima. Resultatene viser også at det ikke ble reflektert over usikkerheten knyttet til klimafilene i WUFI. Fra teorikapittelet ser man at dataene i nåværende klimafilere i Norge er basert på historisk værdata fra 1965-1994. Ifølge rådgiverne er det for løsninger som ikke var preaksepterte eller tilgjengelige i Byggforskserien at WUFI blir brukt som analyseverktøy. Dette betyr at disse løsningene blir prosjektert basert på historisk data. For å vurdere konsekvensene av dette kan det tenkes at en sammenligning av klimanormalene 1961-1990 og 1991-2020 kan gi en indikasjon. En oppdatering av klimafilene i WUFI anses å være nødvendig for at resultatene fra en simulering skal være gyldige for dagens forhold. Som resultatene fra litteraturstudien viste, vil klimaendringene kunne medføre økt risiko for fukt. Med liten grad av klimatilpasning vil det prosjekteres bygg som ikke tåler den fremtidige påkjenningen de vil bli utsatt for. De rådgiverne som tok hensyn til klimaendringene i prosjekteringen, gjorde dette på bestilling fra byggherre eller arkitekt eller som argument ovenfor entreprenøren for å velge mer robuste materialer eller løsninger. Dette kan tyde på at bygningsfysikk er et lite fag, med begrenset påvirkningsmulighet og at arkitekt eller byggherrer må ha et fokus på klimatilpasning dersom det skal bli gjort. En

begrunnelse for hvorfor det ikke ble tatt hensyn til klimaendringer i prosjekteringen var at det var vanskelig fordi det var lite konkret beskrevet i TEK17 og Byggforskserien om hvordan det kunne gjøres.

5.4 Hvilke tiltak kan gjøre usikkerhetsvurderinger lettere?

For å diskutere hvordan usikkerhetsvurderingen kan gjøres lettere er først de identifiserte usikkerhetene knyttet til de fem ulike nivåene av usikkerheter presentert av Riesch (2013). Dette er gjort i Figur 6.



Figur 6. Identifiserte usikkerheter knyttet opp mot ulike nivåer av usikkerheter (Clausen, 2022).

Ingen av usikkerhetene er plassert på nivå 1 ettersom dette nivået gjenspeiler idealiserte situasjoner. Usikkerheter knyttet til simuleringsprogrammer kan tenkes å plasseres på nivå 2. Dette i hovedsak fordi usikkerhetene gjelder inputverdier og begrenset kompetanse. Knyttet til denne typen usikkerheter er det slik at dersom man bare visste mer, kunne parametrene blitt fikset. Usikkerheten knyttet til lokalt klima er plassert på nivå 3. Norge har ikke ett klima, hvilket gjør at rådgiveren må gjøre en vurdering av de stedlige forholdene. Dette berører både valg av klimafil i WUFI og hvilke

slagregnsmengder som skal velges som dimensjoneringsgrunnlag fra Byggforskserien. Dersom det hadde eksistert flere klimafilere i WUFI og data for flere steder i Byggforskserien, hadde det vært lettere for rådgiverne å gjøre vurderinger av lokale forhold. Nye løsningstyper kan plasseres på flere nivåer. Eksempelvis for de blågrønne og grønne takene på Østlandet var det usikkert om materialene og oppbyggingen av taket ville tåle at det samles store mengder vann. Dette kan tenkes å være nivå 2 usikkerheter fordi det mangler empirisk data med slike løsninger. Økning i nedbør som følge av klimaendringer vil også kunne medføre usikkerheter for robustheten til løsningen. Usikkerheter knyttet til klimaendringer er plassert på nivå 4. Dette skyldes i hovedsak at klimafremskrivningene inneholder en rekke usikkerheter. Som forklart i teorikapitlet er det flere utslippsscenarioer å velge mellom og det er flere måter å nedskalere resultatene fra GCM-ene på. Det er også begrensninger i modellene hvilket gjør det naturlig å plassere denne typen usikkerhet på nivå 4. Usikkerheter knyttet til bruk av Byggforskserien i prosjekteringen skyldes i grunnen tilpasning til lokale forhold og klimaendringer. Den kan derfor tenkes å plasseres både på nivå 3 og nivå 4. På nivå 5 er misoppfatninger plassert, hvilket viser til de rådgiverne som ikke gjør vurderinger av løsninger i Byggforskserien, fordi de tolkes som sikre. I realiteten innebærer slike løsninger usikkerheter. Dette blir dermed en usikkerhet knyttet til det ukjente, hvilket gjør den naturlig å plassere på nivå 5.

Basert på nivåinndelingen av usikkerhetene i Figur 6 kan det se ut som at usikkerheten knyttet til simuleringsprogrammer (nivå 2) er lettest for rådgiverne å redusere og hensynta. Dette fordi den ligger på et høyere nivå enn de andre usikkerhetene. For å gjøre det lettere for rådgiverne å behandle usikkerheten knyttet til simuleringsprogrammer kan det utvikles nye verktøy for å tallfeste usikkerhetene. Noen av rådgiverne nevnte at man kunne variere startbetingelsene som eksempelvis startfuktigheten i konstruksjon for å undersøke hvordan dette påvirker resultatet fra simulering. Dette kan tenkes å være en god metodikk for å finne de mest sensitive parameterne dersom det gjøres for flere parametre enn kun startfuktigheten. Bruk av sensitivitetsanalyse tenkes å være effektivt for å redusere usikkerhetene.

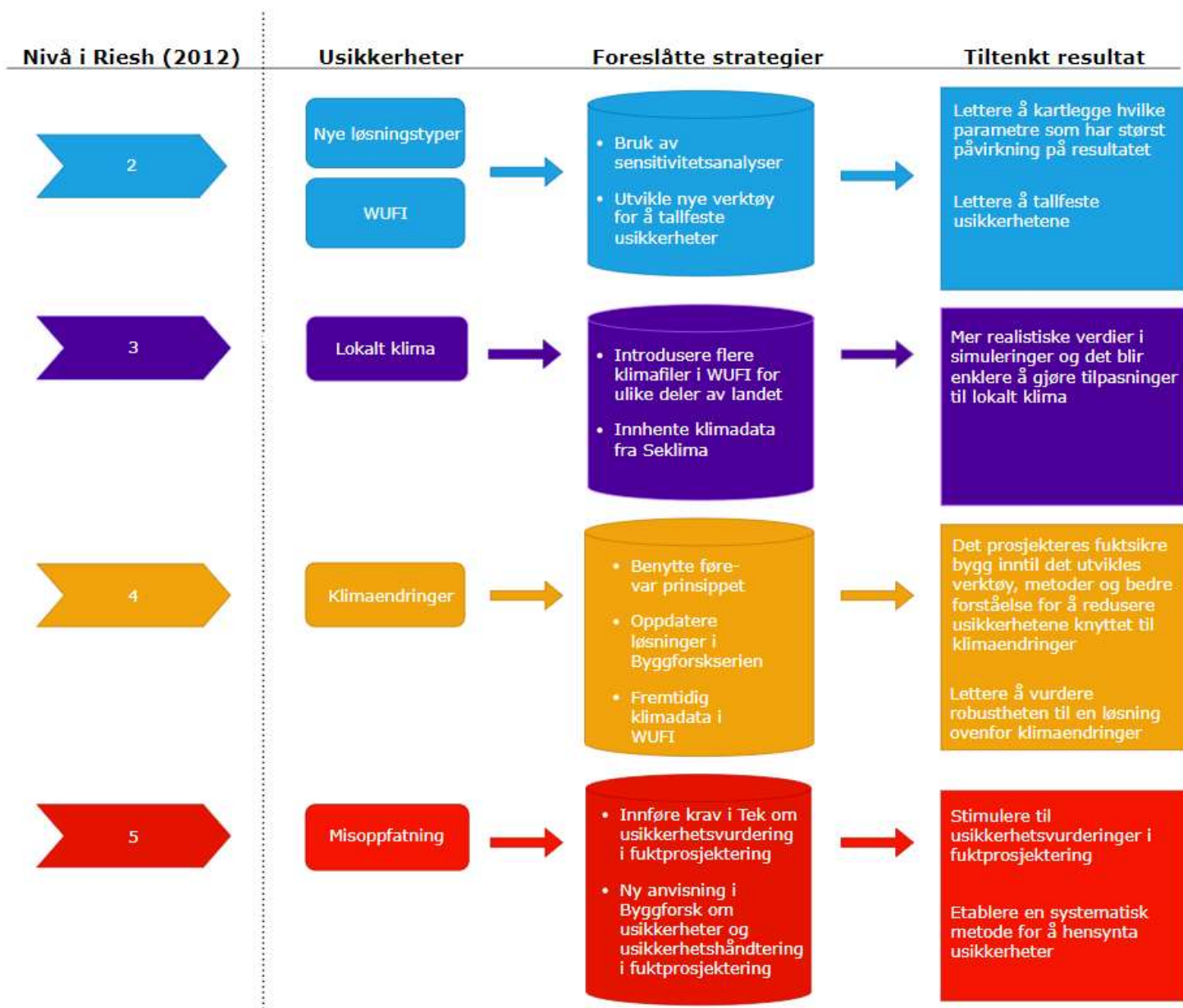
Usikkerheten knyttet til lokalt klima er plassert på nivå 3. Et tiltak som kunne gjort det lettere for rådgiverne å gjøre tilpasninger til lokalt klima, kunne vært å ha inkludert flere klimafilere i WUFI for flere steder i Norge. Dette ville også medført mer realistiske verdier i simuleringene. Resultatene tyder allikevel på at usikkerheten knyttet til lokaliteter i stor grad blir vurdert og at tiltak for å redusere den blir gjort gjennom å prosjektere mer robuste løsninger enn foreslått i Byggforskserien.

Usikkerheten knyttet til klimaendringer er plassert på nivå 4. For å gjøre det lettere å ta hensyn til klimaendringer i prosjekteringen kan det implementeres fremtidige klimadata for ulike steder i Norge i WUFI. Simuleringer basert på klimaprojeksjoner vil medføre usikkerheter som følge av valg av klimascenario og hvordan dataen er nedskalert, men allikevel kunne gi en indikasjon på om løsningen vil kunne fungere under fremtidige forhold. Klimaservicesenter har laget klimafremskrivninger av klima- og hydrologiske data for fastlands-Norge med døgnoppløsning for perioden 1971-2100. Det anbefales å undersøke om denne dataen kan brukes i WUFI. Dersom fremtidig klimadata brukes i simuleringer, introduseres nye usikkerheter som vil være nødvendig å hensynta. Utelates usikkerhetshåndtering, kan informasjon gå tapt på veien, og beslutningsgrunnlaget blir dermed også usikkert. En veiledning for usikkerhetsvurdering av fremtidig klimadata bør derfor også tilgjengeliggjøres for rådgiverne. Et alternativ til oppdaterte klimafilere i WUFI, kan være å prosjektere mer robuste løsninger enn hva Byggforskserien angir i dag, på lik

linje med hvordan lokaliteter hensyntas. Dette kan tenkes å være lurt frem til Byggforskserien eventuelt oppdateres med mer robuste løsninger eller at det utvikles verktøy, metoder og bedre forståelse for hvordan usikkerheter knyttet til klimaendringer kan reduseres. Dette vil forhåpentligvis føre til at det prosjekteres fuktsikre bygninger i tiden fremover.

Et tiltak for å redusere usikkerheten knyttet til misoppfatning blant rådgiverne (nivå 5), kan være å utarbeide en anvisning i Byggforskserien som angår usikkerheter og usikkerhetsvurdering. En slik anvisning kan også tenkes å bidra til at de som ikke tar hensyn til usikkerheter, fordi de ikke kan bli «tatt» når slike løsninger brukes, også begynner å gjøre usikkerhetsvurderinger fordi de skjønner viktigheten av det. Det kan også implementeres krav i TEK om usikkerhetsvurdering i fuktprosjektering. Slike tiltak kan bidra til økt fokus på usikkerheter, stimulere til usikkerhetsvurderinger og bidra til at det etableres en systematisk metode for å hensynta usikkerheter.

I Figur 7 er de identifiserte usikkerhetene i fuktprosjektering knyttet til de ulike nivåene i Riesch (2013) sin modell. Forslåtte strategier for usikkerhetsvurdering og tiltenkt resultat av strategiene inngår også i figuren.



Figur 7. Identifiserte usikkerheter, foreslåtte strategier og tiltenkt resultat av strategiene (Clausen, 2022).

6 Konklusjon

FS1: Hva inngår i fuktprosjektering?

Fuktprosjektering ble i denne oppgaven definert som det systematiske prosjekteringsarbeidet som gjøres for å sikre bygninger mot ulemper og problemer knyttet til fukt. Denne definisjonen stemte godt overens med hvordan rådgiverne beskrev fuktprosjektering. For å sikre en felles forståelse for begrepet i fremtiden, kan definisjonen som er brukt i denne oppgaven eller en annen definisjon etableres og implementeres i TEK og/eller Byggforskserien.

Kort oppsummert innebærer fuktprosjektering å gjennomføre vurderinger av alle forhold som kan medføre en risiko for fremtidige fuktskader i et prosjekt. Basert på intervjuene og veilederen til RIF (2015) er viktige oppgaver knyttet til fuktprosjektering å kontrollere fuktsikkerheten i detaljtegninger fra arkitekt, dokumentere at løsninger og materialer oppfyller kravene i TEK17 §13-9 til §13-15 og prosjektspesifikke krav, fremlegge forhold knyttet til fukt i et premissnotat, og gjennomføre uavhengig kontroll prosjektering og utførelse. Fuktprosjektering berører dermed alle hovedoppgavene til en bygningsfysiker, men fokuserer kun på utfordringer knyttet til fukt.

FS2: Hvilke usikkerheter eksisterer i fuktprosjektering?

Det eksisterte flere usikkerheter i fuktprosjektering som var nødvendige å hensynta på grunn av den hyppige forekomsten av fuktskader og forholdsvis høye årlige kostnader til utbedring av prosessforårsakende byggskader. Informantene skilte mellom usikkerheter knyttet til entreprenør og usikkerheter knyttet til rådgiver. Usikkerhetene knyttet til entreprenør kan i større grad tenkes å være utenfor bygningsfysikerens kontroll. Dette har gjort det naturlig å fokusere på usikkerhetene knyttet til rådgiver, ettersom disse kan være lettere å redusere fordi rådgiveren kan påvirke dem. Det ble identifisert seks overordnede usikkerheter knyttet til rådgiver: bruk av simuleringsprogrammer, klimaendringer, bruk av Byggforskserien, lokalt klima, nye løsningstyper og misoppfatninger blant rådgivere.

FS3: Hvordan behandles usikkerheter i fuktprosjektering?

Bygningsfysikere i Norge syntes det var vanskelig å hensynta usikkerhetene i fuktprosjektering fordi det var mange kilder til usikkerheter, det eksisterte ikke en systematisk metode for å hensynta usikkerhetene, det var utfordrende å vurdere hvilke som var mest kritisk og det var vanskelig å tallfeste usikkerhetene. Som følge av dette ble det gjort vage usikkerhetsvurderinger og foreslåtte løsninger ble typisk presentert med deterministiske verdier, uten å inkludere usikkerhetsfaktorer. Dette vitner om et behov for bedre verktøy og retningslinjer for hvordan usikkerheter kan hensyntas i fuktprosjekteringen.

Rådgiverne gjør til en viss grad en vurdering av usikkerhetene i WUFI, men siden det er mange parametre og vanskelig å tallfeste usikkerhetene blir det hovedsakelig tatt beslutninger basert på diskusjon med andre kollegaer. Usikkerheter knyttet til lokaliteter blir tatt hensyn til ved å bruke kart over slagregn i Byggforskserien, innhente mer klimadata fra tilgjengelige nettsider og gjennom å velge mer fuktrobuste løsninger enn

de presenterte i Byggforskserien. Usikkerheter knyttet til nye løsningstyper blir forsøkt mitigert gjennom simuleringer i WUFI. Usikkerheter knyttet til klimaendringer og misoppfatning blant rådgiverne var vanskeligst å hensynte fordi det er usikkerheter knyttet til begrensinger i klimamodeller og usikkerheter knyttet til det ukjente. Med liten grad av klimatilpasning vil det bli prosjektert bygg som ikke tåler den fremtidige påkjenningen de vil bli utsatt for.

FS4: Hvilke tiltak kan gjøre usikkerhetsvurderingen lettere?

Bruken av sensitivitetsanalyser og utvikling av verktøy for å tallfeste usikkerheter kan gjøre det lettere for rådgiverne å behandle usikkerheter i simuleringsprogrammer. Selv om rådgiverne i stor grad gjør tilpasninger til lokale forhold kan utvikling av flere klimafilere i WUFI, for ulike steder i landet, gjøre tilpasningen til lokalt klima lettere. Det anses å være nødvendig å oppdatere klimadataene i WUFI til gjeldende klimanormal for å få representative resultater fra simuleringene. Fremtidig klimadata i WUFI, nye verktøy eller oppdaterte løsninger i Byggforskserien er tiltak som kan gjøre det lettere å ta hensyn til klimaendringer. Hvis fremtidig klimadata brukes i simuleringer, introduseres nye usikkerheter som vil være nødvendig å hensynte. Utelates usikkerhetshåndtering, kan informasjon gå tapt på veien, og beslutningsgrunnlaget blir dermed også usikkert. En veiledning for usikkerhetsvurdering av fremtidig klimadata bør derfor også tilgjengeliggjøres for rådgiverne. En ny anvisning i Byggforskserien om usikkerheter og usikkerhetshåndtering eller krav til usikkerhetsvurdering i TEK kunne bidratt til å belyse rådgiverne om usikkerhetene som eksisterer og stimulere til økt fokus på usikkerheter.

Referanser

- Abd Rashid, A. F., & Yusoff, S. (2015). A review of life cycle assessment method for building industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 244–248. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.043>
- Almås, A.-J., Lisø, K. R., Hygen, H. O., Øyen, C. F., & Thue, J. V. (2011). An approach to impact assessments of buildings in a changing climate. *Building Research & Information*, 39(3), 227–238. <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.562025>
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Arntzen, E., & Tolsby, J. (2010). *Studenten som forsker i utdanning og yrke*. (1. utg.). Høgskolen i Akershus.
- Asphaug, S., Time, B., Thue, J., Geving, S., Gustavsen, A., Mathisen, H., & Uvsløkk, S. (2015). *Kunnskapsstatus – Fuktbufring i materialer og påvirkning på energibehov* (Forskningsrapport Nr. 22; ZEB Project report, s. 1–20). https://www.sintefbok.no/book/index/1047/kunnskapsstatus_fuktbufring_i_materialer_og_paavirkning_paa_energibehov
- Benestad, R., Mamen, J., Harstveit, K., & Fuglestvedt, J. S. (2021). Klimaendringer. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/klimaendringer>
- Bjørndalen, E., & Sivle, A. (2021). Slagregn. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/slagregn>
- Björnsson, I., & Molnár, M. (2018). Conceptual framework for improved management of risks and uncertainties associated with the performance of the building enclosure. *International Building Physics Conference*, 1, 1259–1264. <https://doi.org/10.14305/ibpc.2018.pe-1.01>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. Scopus. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Braun, V., & Clarke, V. (2012). Thematic analysis. I *APA handbook of research methods in psychology, Vol 2: Research designs: Quantitative, qualitative, neuropsychological, and biological* (s. 57–71). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13620-004>
- Braun, V., & Clarke, V. (2013). *Successful Qualitative Research* (1. utg.). SAGE Publications Ltd.
- Creswell, J. W. (2009). Editorial: Mapping the field of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 3(2), 95–108. Scopus. <https://doi.org/10.1177/1558689808330883>
- De Wit, S., & Augenbroe, G. (2002). Analysis of uncertainty in building design evaluations and its implications. *Energy and Buildings*, 34(9), 951–958. Scopus. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00070-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00070-1)
- Defo, M., & Lacasse, M. A. (2021). Effects of climate change on the moisture performance of tallwood building envelope. *Buildings*, 11(2), 1–16. Scopus. <https://doi.org/10.3390/buildings11020035>

- DG ENV, & UWE. (2017). *The precautionary principle: Decision making under uncertainty*. Publications Office of the European Union.
<https://data.europa.eu/doi/10.2779/709033>
- DiBK. (2020). *Byggeteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Kapittel 1 Felles bestemmelser. <https://dibk.no/regelverk/byggeteknisk-forskrift-tek17/1/1-3/>
- DiBK. (i.d.). *Temaveileder uavhengig kontroll*.
<https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/temaveileder-uavhengig-kontroll/5.-gjennomforing-av-kontroll/5.2.-kontroll-av-prosjektering-og-utforelse/innledning/>
- DiCicco-Bloom, B., & Crabtree, B. F. (2006). The qualitative research interview. *Medical Education*, 40(4), 314–321. Scopus. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x>
- Elsevier. (2022). *Scopus—Expertly curated abstract & citation database*. Scopus - Expertly Curated Abstract & Citation Database.
<https://www.elsevier.com/solutions/scopus>
- Friis, S., & Vaglum, P. (1999). *Fra ide til prosjekt—En innføring i klinisk forskning* (2. utgave). Tano Aschehough.
- Geving, S. (1997). *Beregningsprogrammer for fuktteknisk analyse av bygningskonstruksjoner* (s. 1–40) [Forskningsrapport].
https://www.sintefbok.no/book/index/284/beregningsprogrammer_for_fuktteknisk_analyse_av_bygningskonstruksjoner
- Hallegatte, S. (2009). Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change*, 19(2), 240–247. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.12.003>
- Hayes, K. (2011). *Uncertainty and uncertainty analysis methods*. 136.
<https://doi.org/10.4225/08/585189e5f2360>
- Hens, H., Carmeliet, J., Roels, S., & Janssen, H. (2006). *Whole building approach and hygrothermal risk analysis*. 519–526. Scopus.
<https://lirias.kuleuven.be/140973?limo=0>
- Hillson, D. D. (2012). *Managing Risk in Projects* (1. utg.). Gower Publishing, Ltd.
- Holm, A. H., Kuenzel, H. M., & Radon, J. (2001). *Uncertainty approaches for hygrothermal building simulations—Drying of AAC in hot and humid climates*. 949–956. Scopus.
- Hopfe, C. J. (2009). *Uncertainty and sensitivity analysis in building performance simulation for decision support and design optimization* [Doktorgradsavhandling, Technische Universiteit Eindhoven]. <https://doi.org/10.6100/IR643321>
- Huijbregts, Z., Kramer, R. P., Martens, M. H. J., van Schijndel, A. W. M., & Schellen, H. L. (2012). A proposed method to assess the damage risk of future climate change to museum objects in historic buildings. *Building and Environment*, 55, 43–56. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.01.008>
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* (5. utg.). Cappelen Damm AS.
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Abstrakt forlag.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utgave). Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Kvande, T., Almås, A.-J., McInnes, H., & Hygen, H. O. (2012). *Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge* (Forskningsrapport Nr. 3E0119; Klima- og sårbarhetsanalyser for bygninger i Norge: Utredning som grunnlag for NOU om

- klimatilpasning, s. 1–44). SINTEF Byggforsk.
<http://hdl.handle.net/11250/2424165>
- Künzel, H. M., & Karagiozis, A. (2010a). Hygrothermal behaviour and simulation in buildings. I *Materials for Energy Efficiency and Thermal Comfort in Buildings* (1. utg., s. 54–76). Scopus. <https://doi.org/10.1533/9781845699277.1.54>
- Lahsen, M. (2005). Seductive Simulations? Uncertainty Distribution around Climate Models. *Social Studies of Science*, 35(6), 895–922.
- Lisø, K. R., Kvande, T., & Time, B. (2017). Climate Adaptation Framework for Moisture-resilient Buildings in Norway. *Energy Procedia*, 132, 628–633.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.698>
- Løvaas, R. (2018). Prosjektere. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/prosjektere>
- MacDonald, I. A. (2002). *Quantifying the effects of uncertainty in building simulation* [Doktorgradsavhandling, University of Strathclyde]. <https://nrc-publications.canada.ca/fra/voir/objet/?id=dc69d17c-946e-4e00-955e-309227ca04d1>
- MacDonald, I. A., Clarke, J. A., & Strachan, P. (1999). *Assessing uncertainty in building simulation*. 683–690. <https://nrc-publications.canada.ca/fra/voir/objet/?id=66d29a29-de3a-4539-a8d0-e5b42bc518de>
- Malterud, K. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder for medisin og helsefag* (3. utg.). Universitetsforlaget. <https://www.norli.no/kvalitative-forskningsmetoder-for-medisin-og-helsefag>
- Miljødirektoratet. (2019). *Klimatilpasning av bygg og anlegg*. Miljødirektoratet/Norwegian Environment Agency.
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klimate/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-i-sektorer/bygg-og-anlegg/>
- Nadim, M. (2015). Generalisering og bruken av analytiske kategorier i kvalitativ forskning. *Sosiologisk tidsskrift*, 23(3), 129–148.
<https://doi.org/10.18261/ISSN1504-2928-2015-03-01>
- Nik, V. M., Mata, E., Sasic Kalagasidis, A., & Scartezzini, J.-L. (2016). Effective and robust energy retrofitting measures for future climatic conditions—Reduced heating demand of Swedish households. *Energy and Buildings*, 121, 176–187. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.044>
- Nik, V. M., Mundt-Petersen, S., Kalagasidis, A. S., & De Wilde, P. (2015). Future moisture loads for building facades in Sweden: Climate change and wind-driven rain. *Building and Environment*, 93(P2), 362–375. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.07.012>
- Nik, V. M., Sasic Kalagasidis, A., & Kjellström, E. (2012). Assessment of hygrothermal performance and mould growth risk in ventilated attics in respect to possible climate changes in Sweden. *Building and Environment*, 55, 96–109. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.01.024>
- Norsk Klimaservicesenter. (i.d.). *Mer om klimaframskrivninger og datagrunnlag*. Hentet 8. juni 2022, fra <https://klimaservicesenter.no/kss/framskr/datagrunnlag-for-klimateframskrivninger>
- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning* (1. utg.). Tapir Akademisk Forlag.
<https://www.ark.no/boker/Nils-Olsson-Praktisk-rapportskrivning-9788251927710>
- Pallin, S. (2013). *Risk Assessment of Hygrothermal Performance—Building Envelope Retrofit* [Doktorgradsavhandling]. Chalmers University of Technology.

- Paul, J., & Criado, A. R. (2020). The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know? *International Business Review*, 29(4), 1–7.
<https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2020.101717>
- Riesch, H. (2013). Levels of Uncertainty. I S. Roeser, R. Hillerbrand, P. Sandin, & M. Peterson (Red.), *Essentials of Risk Theory* (s. 29–56). Springer Netherlands.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-5455-3_2
- RIF (2015). *Anbefalte ytelsler for rådgiver bygningsfysikk* (s. 1–38).
<https://rif.no/publikasjoner/radgiverydelser/>
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). *Real World Research* (4. utg.). John Wiley Sons Inc.
<https://www.wiley.com/en-us/Real+World+Research%2C+4th+Edition-p-9781118745236>
- Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfasen*. Tapir Akademisk Forlag.
- Sayers, A. (2007). Tips and tricks in performing a systematic review. *The British Journal of General Practice*, 57(542), 759.
- Schon, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner. Toward a New Design for Teaching and Learning in the Professions*. Jossey-Bass Publishers.
- SFI Klima 2050. (i.d.). *Reduksjon av samfunnsrisiko knyttet til klimaendringer på det bygde miljø*. Reduksjon av samfunnsrisiko knyttet til klimaendringer på det bygde miljø.
https://www.sintef.no/contentassets/7ebe07d9d88f4194a8ed05a0f31eb51c/klima2050_faktaark_2015.pdf
- Shamsi, M. H., Ali, U., Mangina, E., & O'Donnell, J. (2020). A framework for uncertainty quantification in building heat demand simulations using reduced-order grey-box energy models. *Applied Energy*, 275(115141), 1–18. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115141>
- SINTEF Byggforsk. (2010). *700.110 Byggskader. Oversikt*.
https://www.byggforsk.no/dokument/629/byggskader_oversikt
- SINTEF Byggforsk. (i.d.). *Om Byggforskserien*.
<https://www.byggforsk.no/portalside/2/44>
- SINTEF Certification. (i.d.). *SINTEF Teknisk Godkjenning (TG)*.
<https://www.sintefcertification.no/portalside/index/56>
- Skaugen, T., Førland, E. J., Hygen, H., & Benestad, R. (2010). *Klimaprojeksjoner frem til 2050: Grunnlag for sårbarhetsanalyser i utvalgte kommuner* (Nr. 4/2010; s. 1–58). Norwegian Meteorological Institute.
<https://www.nb.no/nbsok/nb/7524cb483e9f555e96638ab25c632954?lang=no>
- Smith, J., & Langehove, L. (1995). *Rethinking Methods in Psychology*. SAGE Publications Ltd.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Standard Norge. (2009). *Risikostring—Terminologi. SN-ISO Guide 73:2009* (1. utg., s. 1–20).
<https://www.standard.no/no/nettbutikk/produktkatalogen/produktpresentasjon/?ProductID=428585>
- Taylor, B. (2003). Emancipatory reflective practice for overcoming complexities and constraints in holistic health care. *Spirituality and Health International*, 4(2), 40–45. <https://doi.org/10.1002/shi.160>
- Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse—En innføring i kvalitativ metode* (4. utg.). Fagbokforlaget.
- Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg.). Gyldendal akademisk.

Wohlin, C. (2014). *Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering*. 1–10. Scopus.
<https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>

Vedlegg

VEDLEGG A

Intervjuguide for klimatilpasning og usikkerhetsvurdering i fuktprosjektering

Forespørsel om intervju til masteroppgave

Bakgrunn

Jeg går i 5. klasse på bygg og miljøteknikkstudiet ved NTNU og skriver for tiden en masteroppgave innen bygningsfysikk. Temaet for oppgaven er klimatilpasning og usikkerhetsvurdering i bygningsfysisk prosjektering. I forbindelse med oppgaven håper jeg at du kan delta på et intervju for å bidra med egne erfaringer og kunnskap.

Hensikt

Hensikten med intervjuet er å avdekke status og behov for usikkerhetsvurdering i fuktprosjektering.

Hva innebærer intervjuet?

Intervjuet tar ca. 45-60 min. Vedlagt ligger en intervjuguide, med de spørsmålene som vil stilles.

For å sikre pålitelig og objektivt materiell vil det benyttes båndopptaker under intervjuet. Opptaket brukes til transkribering, og slettes etter masteroppgaven er ferdigstilt.

Mvh

Runar Høien Clausen, 5. klasse student V/NTNU Trondheim

Tlf.: 41549920, E-post: runar.h.clausen@outlook.com

Intervjuguide

Tema: Klimatilpasning og usikkerhetsvurdering i bygningsfysisk prosjektering

Hensikt: Avdekke status og behov for usikkerhetsvurdering i fuktprosjektering

Generelt

Navn:

Hvilket firma jobber du i:

Stilling (i firma):

Spesifikke spørsmål

1. Hvor lenge har du jobbet som bygningsfysiker?
2. Hva tenker du om budsjettet til en bygningsfysiker?
 - a. Tror du at det kan gå på bekostning av fuktsikkerheten på noe vis?
3. På hvilke grunnlag vurderes fuktrobustheten/sikkerheten i prosjekter, og hva slags metoder og verktøy har du for å gjøre vurderingen?
 - a. I hvilke situasjoner velges det fordyrende løsninger for å øke fuktrobustheten?
 - b. Når fuktrobustheten vurderes som for dårlig, hvordan begrunnes påstanden?
 - c. Hvordan vurderer du fuktrobustheten som god nok etter en justering av fuktrobustheten?
 - d. Hva tenker du om usikkerheter generelt i fuktprosjektering? (Levetider, klimapåkjenninger, materialoppførsel, nye løsningstyper osv.)
 - e. Hva slags metoder brukes for å håndtere usikkerhetene?
 - f. Hvordan inkluderer du usikkerheter i vurderingen din?
 - g. Hvordan evaluerer du muligheten for små skader/utførelsesfeil/brukerfeil som kan medføre regn og luftlekkasjer?
2. Føler du ofte behov for å støtte deg på andre kollegers kunnskap for å vurdere fuktsikkerheten til en løsning?
 - a. I situasjoner der du føler deg trygg på egen vurdering, søker du noen gang andre kollegers vurderinger for bekreftelse? (ut over det som kreves av interne kvalitetssikringsrutiner)
 - b. Har du opplevd tilfeller der du var sikker på egen vurdering av løsningsvalg, men i etterkant endret mening om løsningen?
3. Finnes det noen kanaler for oppfølging av prosjektene, for å lære hva som fungerer og hva som ikke fungerer?
 - a. Får dere tilbakemeldinger om skader på ferdigstilte prosjekter?
 - b. Jobber dere med skadesaker og tilstandsanalyser?
 - c. Hvis «ja» på a/b, brukes erfaringene i nyprosjektering på noe vis?

- d. Kommer du borti løsninger der du er usikker på fuktrobustheten på grunn av manglende informasjon om hvordan lignende løsninger fungerer i praksis?
4. Hvilke metoder er det som brukes hos dere når det skal gjøres fuktanalyser?
- a. Hvordan velges inputverdiene i eventuelle simuleringsprogrammer? Eks. materialparametre eller valg av klimafil?
 - b. Hvordan håndteres geografiske forskjeller? Eksempelvis hvordan prosjekteres et bygg som er plassert i en annen by?
 - c. Hvordan evaluerer du resultatene som kommer ut ifra modellen? Hva er godt nok og hva er ikke det?
 - d. Hvordan vurderer du oppsettet av modellen? (Beregningstilfeller)
 - e. Tas det hensyn til usikkerhetene i inputverdier, klimaparametre og valg av modell?
 - f. Er det mulig å tallfeste usikkerhetene fra modellen på noe vis, eller vurderes de på et annet vis?
5. Dersom en fuktutsatt løsning tydelig tilfredsstillter kravene i TEK, gjøres det noen gang ytterligere vurderinger av fuktrobustheten?
- a. Økes fuktrobustheten i slike tilfeller none gang på grunn av tilpasning til lokalt klima? (selv om den i utgangspunktet tilfredsstillter TEK)
 - b. Økes fuktrobustheten i slike tilfeller noen gang på grunn av økte klimapåkjenninger i fremtiden? (selv om den i utgangspunktet tilfredsstillter TEK)
6. Hva er dine tanker rundt klimaendringer og fuktprosjektering?
- a. Tas det hensyn til klimaendringer i prosjektering av et typisk bygg?
 - b. Eventuelt hvilke tiltak eller hvordan tas det hensyn til klimaendringer?
 - c. Hvis ja på tilpasning til fremtidsklima: Hvordan vurderer du usikkerheter knyttet til fremtidige klimapåkjenninger når du skal vurdere fuktrobustheten til en utsatt løsning?
 - d. Hvis nei: hva tenker du om at det ikke tas hensyn til klimaendringer i prosjekteringen?
7. I hvilken grad vurderes klimatilpasningstiltak i et typisk prosjekt? (både geografisk tilpasning og tilpasning til klimaendringer)
- a. Synes du det er behov for økt fokus på klimatilpasning?
 - b. Hvilke verktøy brukes for å foreslå tilpasninger til lokalt klima?
 - c. Føler du behov for bedre verktøy for å finne gode klimatilpasningstiltak?

Avslutning

Er det noe du vil nevne som jeg kan ha glemt å spørre om?

Kan jeg kontakte deg på et senere tidspunkt dersom nye spørsmål skulle dukke opp?

VEDLEGG B

Vurdering

Referansenummer

234482

Prosjekttittel

Klimatilpasning og usikkerhetsvurdering i fuktprosjektering

Behandlingsansvarlig institusjon

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet / Fakultet for ingeniørvitenskap / Institutt for bygg- og miljøteknikk

Prosjektansvarlig

Tore Kvande

Student

Runar Høyen Clausen

Prosjektperiode

15.01.2022 - 11.02.2022

[Meldeskjema](#) 

Dato

17.03.2022

Type

Standard

Kommentar

OM VURDERINGEN

Personverntjenester har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket.

Personverntjenester har nå vurdert den planlagte behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at behandlingen er lovlig, hvis den gjennomføres slik den er beskrevet i meldeskjemaet med dialog og vedlegg.

DEL PROSJEKTET MED PROSJEKTANSVARLIG

For studenter er det obligatorisk å dele prosjektet med prosjektansvarlig (veileder). Del ved å trykke på knappen «Del prosjekt» i menylinjen øverst i meldeskjemaet. Prosjektansvarlig bes akseptere invitasjonen innen en uke. Om invitasjonen utløper, må han/hun inviteres på nytt.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til den datoen som er oppgitt i meldeskjemaet.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

Personverntjenester vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), og dataportabilitet (art. 20).

Personverntjenester vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold,

jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

Personverntjenester legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

Ved bruk av databehandler (spørreskjemaleverandør, skylagring eller videosamtale) må behandlingen oppfylle kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29. Bruk leverandører som din institusjon har avtale med.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde: <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>

Du må vente på svar fra oss før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

Personverntjenester vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

[Meldeskjema](#) / [Klimatilpasning_og_usikkerhetsvurdering_i_fuktprosjektering](#) / Vurdering

Vurdering

Referansenummer

234482

Prosjekttittel

Klimatilpasning og usikkerhetsvurdering i fuktprosjektering

Behandlingsansvarlig institusjon

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet / Fakultet for ingeniørvitenskap / Institutt for bygg- og miljøteknikk

Prosjektansvarlig

Tore Kvande

Student

Runar Høien Clausen

Prosjektperiode

15.01.2022 - 31.12.2023

[Meldeskjema](#) 

Dato

28.03.2022

Type

Standard

Kommentar

Personverntjenester har vurdert endringen i prosjektsluttdato.

Vi har nå registrert 31.12.2023 som ny sluttdato for behandling av personopplysninger.

Vi vil følge opp ved ny planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Kontaktperson: Belinda Gloppen Helle

Lykke til videre med prosjektet!

