



Høgskulen  
på Vestlandet

# BACHELOROPPGAVE

Jonatunet

En mulighetsstudie om energieffektivisering av fredet trebygning

Jonatunet

A feasibility study of the energy efficiency streamlining of a listed wooden building

Mikkel Ingwardo Rasch

Rasmus Rindal

Byggingeniør

Institutt for byggfag

22.05.23

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og

Denne oppgaven er skrevet på oppdrag for Hardangerakademiet. I likhet med Hardangerakademiet er vi som studenter opptatt av hvordan vi kan bidra til en miljøbevisst og bærekraftig fremtid i byggenæringen. Vi mener derfor det er viktig å ta vare på de bygningene vi har, heller enn å bygge nye i deres sted. Våre gamle bygninger står som testament til fortidens arkitekter og bygningsingeniører. Vårt håp er at vi med dette kan bidra til å ta vare på både kulturminner og miljøet de står i.

Vi ønsker å rette en stor takk til alle våre bidragsyttere. Særlig gjelder dette veileder ved Høgskulen på Vestlandet, og selvfølgelig alle i Hardangerakademiet. Ingen nevnt, ingen glemt.

Tusen takk!

Mikkel Ingwardo Rasch  
Rasmus Rindal

Bergen, 2023.

## Sammendrag

I denne oppgaven har vi gjort en mulighetsstudie om hvordan en ideell organisasjon kan gjennomføre en energieffektivisering av en fredet trebygning. Samfunnet rundt oss aktualiserer tematikken med stadig økende fokus på klimatiske hensyn som bærekraft, energiforbruk og energipriser. I kombinasjon med at tiltakshaver er en ideell organisasjon som er avhengig av energieffektivisering for å opprettholde og å fordele sine aktiviteter gjennom året, vil valg av metode være avgjørende for suksess.

Vi mener at en tilstandsanalyse skaper selve grunnlaget for hvordan energieffektivisering kan gjennomføres ved å gi informasjon om byggets underliggende tilstand og dermed hvilke muligheter som foreligger. Videre vil energiberegninger kunne bidra med å vurdere effekten av forskjellige tiltak. Av hensyn til byggets fredningsstatus er det viktig å vurdere tiltak opp mot lovverket. Vi har sett at det finnes lovverk og veiledere å forholde seg til, og at løsninger ofte kan finnes i samarbeid med de antikvariske myndighetene.

Vi har valgt å besvare problemstillingen ved å sette sammen ulike tiltak i forskjellige tiltakspakker, differensiert på grad av kompleksitet og økonomisk investeringsbehov. Vår anbefaling til tiltakshaver er å gjennomføre tiltakspakke 1 og 2, som vist i tabellene under.

Tiltak	Kostnad	Effekt i kWh	Per kvadratmeter
Etterisolere vindu	75 kr/m <sup>2</sup>	8030 kWh	5 kWh/m <sup>2</sup>
Bytte panelovner	2 000 kr/stk	1,2 kWh	0,3 kWh/m <sup>2</sup>
Installere varmepumpe i hovedrom	20 000 kr/pr stk	300 000 levert energi	
Etterisolere ventilasjonsluker	75 kr/m <sup>2</sup>	ikke beregnet	
Installere varmegjenvinner i ventilasjon	3 000 kr/pr stk	ikke beregnet	
Etablere varmesoner		ikke beregnet	
Installere styringssystem for oppvarming	5 000 kr	98 600 kWh	60,7 kWh/m <sup>2</sup>
SUM	100 000 kr	15 000 kWh	446 kWh/m <sup>2</sup>

Fig. 15 - tiltakspakke 1

Tiltak	Kostnad	Effekt i kWh	Per kvadratmeter
Bytte panelovner	2 000 kr/stk	1,2 kWh	0,3 kWh/m <sup>2</sup>
Etterisolere vindu	75 kr/m <sup>2</sup>	8030 kWh	5 kWh/m <sup>2</sup>
Installere varmepumpe i hovedrom	20 000kr/pr stk	300 000 levert energi	
Etterisolere vegger og etasjeskiller	1,8 mill kr	144 600 kWh	89 kWh/m <sup>2</sup>
Installere balansert ventilasjonssystem	100 000 kr	114 600 kWh	70,5 kWh/m <sup>2</sup>
SUM	2 000 000 kr	280 000 kWh	280 kWh/m <sup>2</sup>

Fig. 17 - tiltakspakke 2

Samlet sett vil disse tiltakene skape energibesparelser på 280 000 kWh i året, med en anslagsvis prislapp på 2 millioner kroner. I tillegg vil vi anbefale å ta i bruk styringsverktøy som FDVU-planlegging og energiledelse.

Dersom vi som samfunn skal kunne bevare kulturhistoriske bygninger og samtidig bidra til å redusere globale klimagassutslipp, er kunnskap, forståelse og respekt av avgjørende betydning. I denne oppgaven finner du våre forslag til hvordan en ideell organisasjon kan energieffektivisere en fredet bygning.

## Innhold

1. Innledning.....	7
1.1 Problemstilling.....	7
1.2 Jonatunet.....	7
2. Teori.....	8
2.1 Kompetanse og styring.....	9
2.2 Byggeteknikk/fysikk.....	11
2.2.1 Isolasjon.....	11
2.2.2 Ventilasjon.....	13
2.2.3 Oppvarming.....	14
2.2.4 Fukt.....	17
2.2.5 Synergi.....	19
2.3 Byggeteknisk forskrift.....	19
3. Metode.....	20
3.1 Forskningsmetode.....	20
3.1.1 Intervju.....	21
3.1.2 Befaring.....	21
3.1.3 Teknisk Tilstandsregistrering og -analyse.....	21
3.1.4 Energiberegning.....	24
3.1.5 Tiltaksplan.....	24
3.2 Skjevhet og andre feilkilder.....	24
3.2.1 Feilkilder SIMIEN.....	25
4. Resultater og analyser.....	26
4.1 Intervju.....	26
4.2 Teknisk tilstandsanalyse.....	28
4.2.1 Forhold.....	28
4.2.2 Funn og observasjoner.....	28
4.3 Energiberegninger.....	30
4.3.1 Forhold.....	30
4.3.2 Funn og observasjoner.....	30
4.3.3 Analyse.....	30
4.3.4 Resultat.....	31
4.3.5 Tiltakspakker.....	33
5. Konklusjoner.....	38
5.1 Generelt.....	38
5.2 Anbefaling.....	39

Vedlegg:

1. Tiltaksanalyse
2. Analyserapport
3. Energiberegning
4. Intervjuguide

# 1. Innledning

## 1.1 Problemstilling

Det overordnede temaet i denne oppgaven er energieffektivisering. Vi diskuterer aktualitet med hensyn til de tre primære forholdene: global klimaproblematikk, økonomi og antikvariske hensyn. Dette har ledet oss frem til følgende problemstilling.

*“Hvordan kan en energieffektivisere et fredet bygg der byggherren er en ideell organisasjon, samtidig som en skal ta hensyn både til miljøvennlighet og byggets fredede kvaliteter?”*

Vi svarer på denne problemstillingen ved å diskutere begrensningene som ligger til grunn for caset og hvordan metoder som teknisk tilstandsanalyse og energiberegning kan bidra til å rette søkelyset mot mulighetsrommet som skapes av de lokale forholdene. Dette leder oss til å foreslå spesifikke tiltak, hvilken påvirkning disse har på det totale energibildet samt hva det kan komme til å koste å iverksette og implementere dem.

## 1.2 Jonatunet

Jonatunet er et bygg som ligger i Jondal i Ullensvang kommune. Det ble ferdigbygd i 1933-34 og var opprinnelig en tuberkuloseinstitusjon. Det ble senere brukt som sykehus og var operativt frem til 2009. I 2013-14 kom Hardangerakademiet inn i bildet og overtok bygget fra kommunen. Hardangerakademiet har gjort Jonatunet til sitt senter for fred, utvikling og miljø.

Bygget er et gammelt trebygg og ble tegnet av arkitekten Torgeir Alvsaker i 1931, inspirert av nyklassisismen (SNL, 2022). Bygget er vernet som regionalt verneverdig, på grunnlag av at det er et arkitekturhistorisk og helsehistorisk bygg som er et viktig eksempel på mindre tuberkuloseinstitusjoner fra mellomkrigstiden (Helse Fonna HF, u.å). Interiøret i bygget er oppført i verneklasse 2 og eksteriøret er oppført i verneklasse 1.

Case-oppgaven har vi fått av Urban Rabbe Arkitekter AS, på vegne av Hardangerakademiet. På grunn av høye strømreregninger er de nødt til å stenge bygget i vinterhalvåret, noe som igjen påvirker deres driftsinntekter da Jonatunet blir drevet som herberge i tillegg til å huse Hardangerakademiets egen aktivitet. For å kunne forlenge driftstiden er Hardangerakademiet derfor nødt til å iverksette tiltak for energieffektivisering. Flere kompliserende faktorer gjør dette til en sammensatt oppgave. Vårt bidrag er å se på hvordan Hardangerakademiet kan løse disse utfordringene.

## 2. Teori

FN (FN-sambandet 2023) har satt en rekke mål for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene. Disse kalles for FN's bærekraftsmål og tar for seg en rekke forskjellige problemstillinger. Flere av disse peker på energi som en viktig faktor for hvordan verden samlet kan nå bærekraftsmålene. De handler om å stanse klimaendringer gjennom alt fra ren energi til alle, bærekraftige byer og lokalsamfunn, ansvarlig forbruk og produksjon. Som vi kan lese av figuren under har den globale gjennomsnittstemperaturen hatt en stigende trend siden 1950-tallet. Bærekraftsmålene skal fungere som globale retningslinjer, og det er opp til hvert enkelt land å bidra til måloppnåelse.

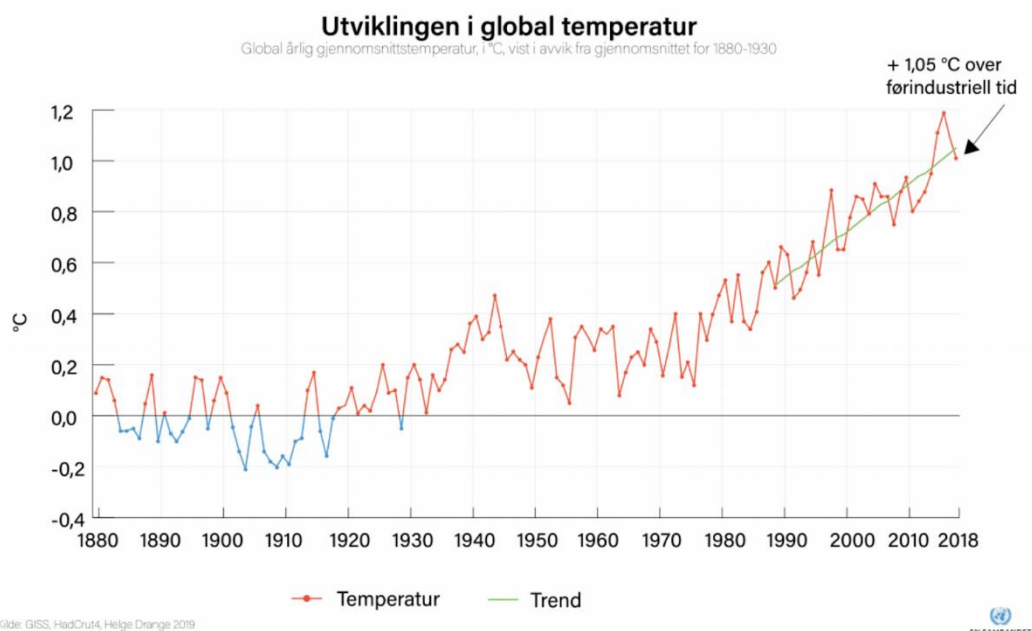


Fig. 1 - Utvikling i global temperatur (FN-sambandet, 2023)

I hjemlige strøk har vi god tilgang på ren energi og har således gode muligheter for å bidra til fellesskapet. Fra statlige hold (Regjeringen.no, u.å.) er det utarbeidet handlingsplaner for nasjonal måloppnåelse, gjennom eksempelvis energieffektiviseringsdirektivet og statsbudsjettet (Regjeringen, 2022). UngEnergi (2023) hevder at 40 % av energibruken i Norge stammer fra bygninger og at en kan redusere det stasjonære energiforbruket med opptil 20 % ved å ta i bruk mer effektiv teknologi. De sier at *“Bruker vi mindre energi, blir klimagassutslippet lavere”* (UngEnergi 2023). Ringvirkningene av dette kan være store på nasjonalt og globalt nivå, og for forbrukeren vil det særlig merkes på økonomien.



Ser vi til statistikken kan vi trekke slutninger mellom energiforbruk og økonomi. NorgesEnergi (2023) viser historiske strømpriser i de forskjellige regionene. I Vest-Norge steg den gjennomsnittlige strømprisen fra Nord Pool i mars måned i 2020 fra 11,26 øre/kWh til 233,81 øre/kWh i mars måned 2021. Statistisk sentralbyrå kan opplyse om at kraftprisen har steget 56,9 % de siste 12 månedene. Det er altså klare incentiver til å forsøke å begrense energiforbruket.

Rosvold (2019) definerer energieffektivisering som *“Det å oppnå en i prinsippet likeverdig energiytelse og komfort ved å velge løsninger som forbruker mindre energi”*. Energieffektivisering er målbart og NVE (2023) anslår et lønnsomt potensial for energieffektivisering i bygg på 13 TWh nasjonalt. Kostnaden for potensialet er 1 kr/kWh, og blant de mest lønnsomme tiltakene finner vi etterisolering og tiltak på ventilasjon. Miljødirektoratet (2019) nevner også styringstiltak som gode eksempler.

## 2.1 Kompetanse og styring

*“Ta godt vare på bygningene deres, så slipper dere å restaurere dem” - John Ruskin (Byggforsk, 2017 (2)).*

Byggforsk (2017, 3) hevder at riktig kunnskap er et nødvendig grunnlag for å drifte og vedlikeholde (Byggforsk, 2017 (6)) bygninger og tekniske installasjoner på en optimal måte. Dersom bygningsforvaltere mangler denne kunnskapen, kan det få omfattende økonomiske konsekvenser. Dette kan komme av manglende eller feilaktig utført vedlikehold. Altså har FDVU-planlegging (Standard Norge, 2022) direkte påvirkning på både bygningskvalitet og økonomi. Også andre perspektiver, som miljø (Byggforsk 2004, Enova. u.å. (4)) og kulturminneverdi (Byggforsk, 2017 (2)) har god nytte av planlegging og styring.

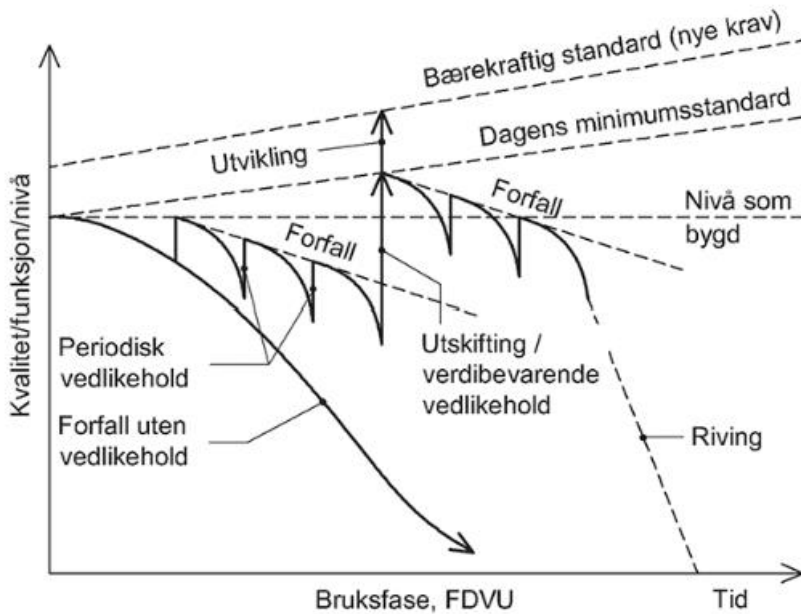


Fig. 2 - Figuren er en forenklet skisse som viser utvikling av kvalitet eller standard avhengig av om bygningen vedlikeholdes (Byggforsk 2017 (3)).

Jonatunet er som nevnt et fredet bygg. I fredningsforskriften som hører til bygget kan vi lese at *“formålet med fredningen er å sikre hovedstrukturen i det arkitektoniske uttrykket og detaljeringen så som fasadeløsning, opprinnelige og eldre deler som dører og vinduer, samt materialbruk og overflater”* (Riksantikvaren, u.å. (2)). En skulle dermed tro at endringer på disse bygningsdelen var uaktuelt å gjennomføre, men selv om vernehensynet står sterkt *“har fredningen ikke til hensikt å hindre bruk av kulturminnene”* (Byggforsk, 2018 (2)). Videre sier Byggforsk (2017, (3)) at *“i antikvarisk sammenheng er det ønskelig at bygningsdelens levetid er lengst mulig, fordi man ønsker å opprettholde bygningens autenticitet.”* Dermed åpnes det for å gjennomføre tiltak som kan skade bygningsdelen i den hensikt å hindre videre skader eller forringelse av verdi. I denne sammenhengen er det viktig å velge reversible løsninger (Byggforsk, 2017 (2)).

Byggforsk (2017 (2)) forteller også at nøkkelen til å ivareta slike aldersverdier er kunnskap og forståelse. Med dette mener de at det er viktig å ha en viss toleranse for at det som er verdt å ta vare på også kan avvike fra nybyggstandard. Når det er sagt, er slike materialer ofte av en bedre kvalitet og soliditet enn det som produseres i dag. Videre er selve byggets utforming av en slik karakter at den ofte er mer tilpasningsdyktig fordi dagens behov er mer spesialisert og har kortere levetid enn tidligere. Skal man først sette i gang tiltak i bygg som har en definert kulturminneverdi så stilles det også høyere krav til kompetanse, nettopp fordi konsekvensen av å gjøre feil er desto større (Byggforsk, 2018 (2)).

Som hovedregel skal bygningspleie foregå ved å bruke opprinnelige materialer og metoder. Som nevnt over er det likevel rom for nye løsninger. Byggforsk (2017 (2)) sier at *“Riktig anvendt kan teknologien bidra til å forlenge levetiden for bygninger og bygningsdeler som ellers ville gått til grunne”* og at *“En rehabilitering av gamle bygninger kan kreve omfattende tilpasning”*. Med dette in mente kan vi så gå videre til å beskrive potensielle løsninger for Hardangerakademiet.

## 2.2 Byggeteknikk/fysikk

### 2.2.1 Isolasjon

Enova (u.å) hevder at etterisolering gir både lavere energiutgifter og bedre bokomfort. De minner også om at for best effekt er det viktig å sørge for tett dampsperre og vindtetting samtidig. Byggforsk (2013) opplyser om konsekvenser av lufttetting og sier at dette kan bidra til økt luftfuktighet. Det er dermed hensiktsmessig å vurdere ventilasjonen samtidig. Vi tar for oss dette i neste kapittel.

Vi skiller mellom to typer etterisolering av vegger, innvendig og utvendig etterisolering. Det er både fordeler og ulemper med begge metodene. Byggforsk (2014) sier om etterisolering av murvegger at *“utvendig isolering er både fuktteknisk og energimessig en robust løsning”*. Ulempen kan ofte være av arkitektonisk karakter, og dermed en mindre attraktiv løsning ved bygg med verneverdi. Derimot er det slik at *“ved innvendig isolering synker temperaturen i den opprinnelige veggen. Det kan gi kondensfare, dårligere uttørking av fasaden og fare for avskalling”*. Figuren under viser forskjellene mellom innvendig og utvendig etterisolering.

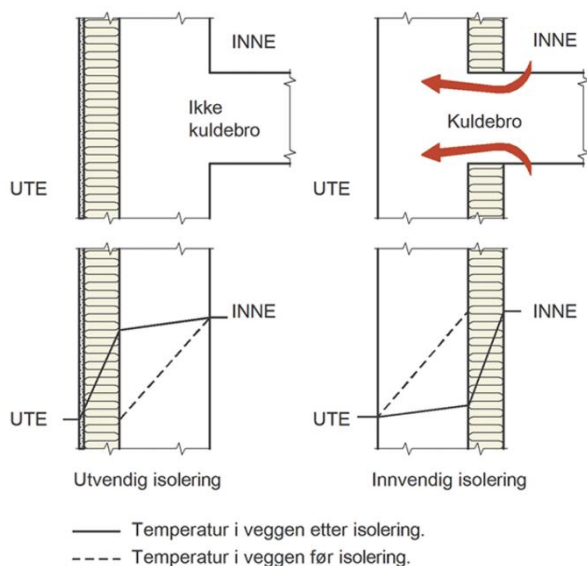


Fig. 3 Effekter på temperaturvariasjonen av utvendig og innvendig etterisolering (Byggforsk, 2014)

Hovedsakelig vil fordelene med temperatur i veggen, fukt og færre kuldebroer stå i kontrast til utfordringer knyttet til verneverdi. Om kuldebroer sier Byggforsk (2019) at de kan føre til blant annet

økt varmetap og energibehov, det er derfor viktig å ta hensyn til dette ved valg av metode. Ved begge metoder er det viktig å ta stilling til veggens tilstand. Veggene bør være tørre, uten saltutslag og lekkasjer. Dersom det er lekkasjer eller skader fra lekkasjer må disse utbedres før etterisolering kan iverksettes (Byggforsk, 2014).

Dersom en skal vurdere å etterisolere yttervegger av bindingsverk er det viktig å ta hensyn til de forskjellige sperresjiktene som kan monteres. Skal en følge dagens krav henvises det til byggt teknisk forskrift (TEK17). Også i disse veggene er det forskjellige måter å gjøre det på, men denne gang handler det i større grad om valg av materialer. Det er viktig å ta hensyn til de forskjellige materialenes egenskaper, i et helhetlig perspektiv sammen med resten av veggen. Skal en benytte seg av innblåsningsmetoder kan det eksempelvis være fornuftig å bruke platemateriale heller enn rull, for å hindre at isolasjonen presser ut vindspærren. Bruk av plate kan dermed bidra til å sikre luftingen bak utvendig kledning (Byggforsk, 2020).

I både mur- og trevegger er det vanskelig å komme unna gjennomføringer. Byggforsk (2020) understreker viktigheten av å iverksette spesielle tiltak og viser en rekke eksempler på hvordan dette kan gjøres. I figuren under kan vi se et eksempel på hvordan gjennomføring og tetting kan gjøres rundt ventilasjonskanaler.

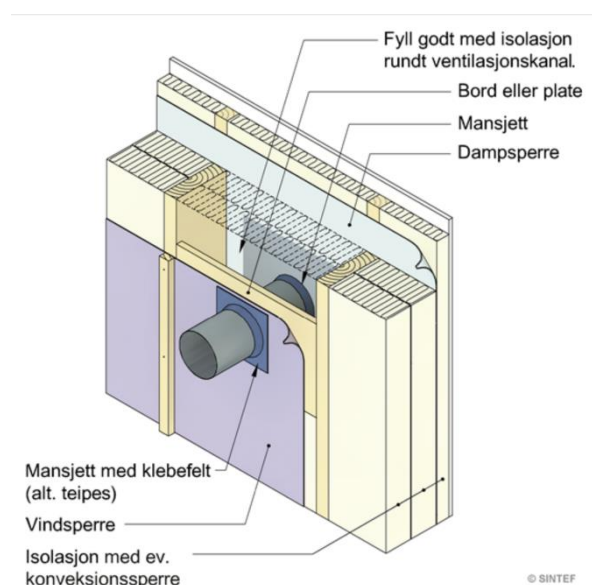


Fig. 4 - Eksempel på gjennomføring og tetting rundt ventilasjonskanal (Byggforsk 2020, fig. 81)

Isoenergi (2020) er en tilbyder av innblåsning som etterisolering. De hevder at det største varmetapet kommer fra loft/tak og at denne bygningsdelen dermed gir størst gevinst ved etterisolering. De mener også at kostnaden kan spares inn i løpet av 1-2 år. Der det er hulrom i vegger, gulv og tak kan det blåses inn isolasjon som vil fylle alle hulrom. Også Isoenergi påpeker viktigheten av å sørge for god lufting i etterkant, særlig på loft.

Byggforsk (2005) forteller også om fordelene av etterisolering av takkonstruksjoner og sier at slike tiltak alltid må sees i sammenheng med etterisolering av gulv og tak, samt utbedring eller utskifting av vinduer. Det siste kan jo være uaktuelt med tanke på fredningsvernet (Byggforsk, 2018 (3)). I så fall er utbedring et alternativ. Det kan gjøres ved å benytte tettelist, fugemasser, fugeskum, fugebånd eller teip til å stanse luftgjennomstrømmingen i overgangen mellom karm og ramme. Igjen er det viktig å vurdere friskluftstilførselen, særlig i bygg med naturlig ventilasjon (Byggforsk, 2018 (3)) hvor en da må finne andre ventilasjonsløsninger. Særlig er innvendig kondens på ruten et tydelig tegn på behov for bedre ventilasjon.

### 2.2.2 Ventilasjon

Ifølge Byggforsk (2017 (4)) skal ventilasjonsanlegg tjene to hovedformål. For det første skal det sikre luftkvalitet med tanke på helse og komfort, og for det andre transportere ut fuktighet for å hindre skader som følge av fukt. Som vi så i kapittelet over må altså ventilasjon sees i sammenheng med isolasjon, og nå også med fukt. Vi skal gå nærmere inn på fuktrelaterte hensyn i neste kapittel.

Byggforsk (2017 (4)) skiller mellom balansert ventilasjon, naturlig ventilasjon og mekanisk avtrekksventilasjon. De anbefaler balansert ventilasjon dersom det er mulig å velge. Det har med energikravene i byggt teknisk forskrift å gjøre, da både naturlig- og mekanisk ventilasjon avviker fra disse. Det nevnes likevel at de sistnevnte kan brukes i kombinasjon dersom ventilasjonsvarmetapet kompenseres med andre passive løsninger. Fordelen med å velge slike løsninger er at man kan gjenvinne varme på nye måter. Eksempelvis kan *“mekanisk avtrekksventilasjon i kombinasjon med avtrekksvarmepumpe dekke deler av oppvarmingsbehovet til tappevann”* (Byggforsk, 2017 (4)). Også Byggforsk (2015) nevner varmegjenvinning som en mulighet, også ved hjelp av aggregater i balanserte anlegg. Figuren under viser hvordan det kan se ut.

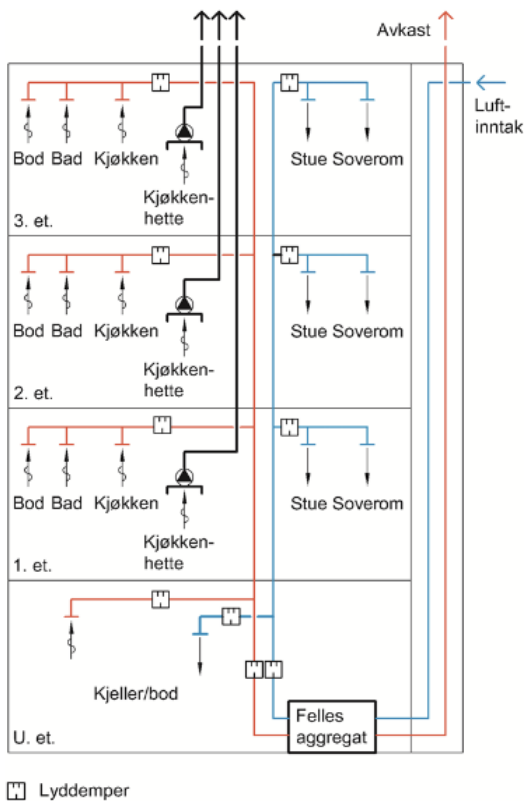


Fig. 5 - Prinsippskisse for et leilighetsbygg med balansert ventilasjon og sentralt anlegg (Byggforsk, 2017 (5)).

Skulle en velge å gå over fra naturlig ventilasjon til balansert ventilasjon, så er det viktig å ta hensyn til støy i prosjekteringen (Byggforsk, 2020 (2)) da dette kan være kilde til redusert søvnkvalitet og konsentrasjonsevne. Dette kan ofte påvirkes i stor grad ved å velge riktig type anlegg og komponenter, samt plasseringen av disse.

Bedre Inneklima (u.å) hevder at miniventilasjon med varmegjenvinning energieffektivt ventilasjonssystem som i mindre rom er et godt alternativ til ventilasjonsanlegg. Dette er et miljøvennlig alternativ som enkelt kan monteres i eksisterende lufteventiler. Alternativt kan større anlegg installeres. Exhausto (u.å) har erfaring med at den gjennomsnittlige luftmengden der er behov for ofte er lavere enn den dimensjonerte luftmengden. I slike situasjoner vil et anlegg som leverer konstant luftmengde ha et stort potensial for energieffektivisering. Dermed kan det være hensiktsmessig å vurdere anlegg som legger til rette for behovsstyring av typen VAV (variable air volume), DCV (demand controlled air volume) eller tilsvarende (Exhausto, u.å).

### 2.2.3 Oppvarming

Vi har sett at det er viktig med isolasjon for å redusere varmetapet (Byggforsk, 1990) i et bygg, da *“netto oppvarmingsbehov i en bolig er bestemt av bygningskroppens transmisjons-, infiltrasjons- og ventilasjonsvarmetap”* (Byggforsk, 2010). Figuren under viser denne sammenhengen og forteller om

store forskjeller i energibehov når en sammenligner gamle og nye isolasjonsstandarder. Vi skal nå se på hvordan vi kan legge til rette for energieffektive systemer for oppvarming.

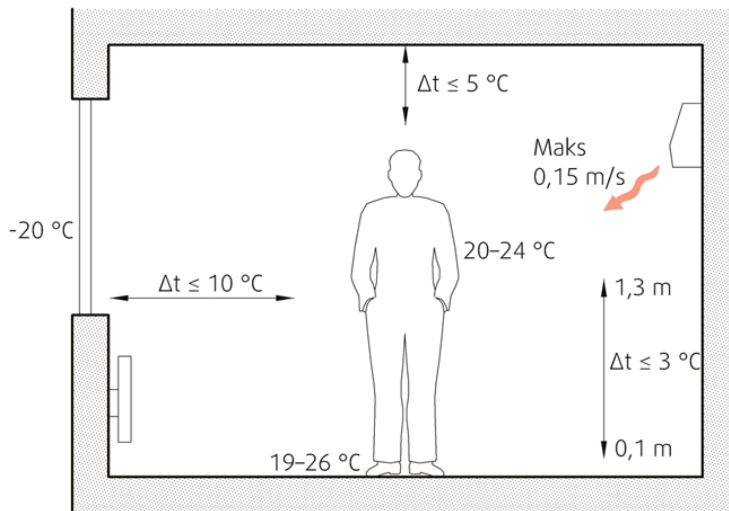


Fig. 6 - Innemiljø, luftkvalitet og termisk komfort (Byggforsk, 2010)

Figuren over viser til termisk komfort. Et gitt oppvarmingssystem kan ofte ikke påvirke alle disse faktorene samtidig, og valg av oppvarmingssystem vil dermed kunne ha stor betydning for opplevelse av varmekomfort. En bør også ta hensyn til luftkvalitet og systemspesifikke kvaliteter.

Byggforsk (2010) nevner at oppvarmingssystemet bør ha en rekke reguleringssegenskaper for å bidra til lav energibruk og god termisk komfort. Her skilles det mellom system eller metode, og kvalitet på systemet eller oppvarmingselementet. Når det gjelder kvalitet på systemet bør det være energieffektivt, ha liten termisk treghet og ha lav minste varmeeffekt. Dette er kanskje åpenbare sannheter, men det peker på at en investering i nye oppvarmingselementer kan gi stor gevinst. Systemet som helhet bør ha mulighet for uavhengig oppvarming av individuelle rom (Byggforsk, 1991) i kombinasjon med automatisk regulering.

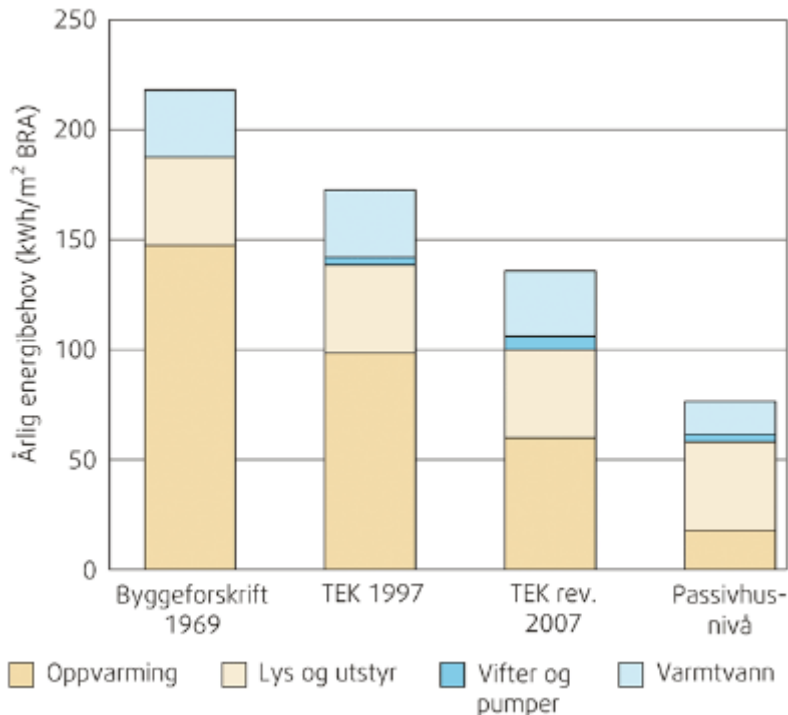


Fig. 7 - Årlig energibehov for boliger med ulik isolasjonsstandard (Byggforsk, 2010)

Uavhengig av om systemet en velger baserer seg på stråling, konveksjon eller en kombinasjon av disse, henviser byggforsk (2010) til TEK17. I tillegg nevnes faktorer som investering-, drift- og vedlikeholdskostnader, påvirkning på miljø, støy, komfort og påvirkning på luftkvalitet. Det finnes en rekke forskjellige systemer å velge blant, der forskjellige systemer har forskjellige fordeler og ulemper. Eksempelvis kan panelovner plassert under vindu være effektive for å motvirke trekk og kaldras, vifteovner kan ha lav termisk treghet, men være uegnet for permanent oppvarming. Uteluft-til-luft varmepumper bidrar til god luftkvalitet, kan levere både oppvarming og nedkjøling og har 50-60% lavere energibehov i forhold til elektriske varmesystemer (Byggforsk, 2010).

For å montere en varmepumpe må det søkes om tillatelse fra Riksantikvaren siden bygget er vernet (Riksantikvaren, u.å). Det er billig å montere, og den fungerer ned til 25 minusgrader, men vil naturligvis ha lavere effekt ved kaldere temperaturer. (Riksantikvaren, u.å). Væske-til-vann varmepumpe er mer effektiv enn luft-til-luft varmepumpe. Men det krever ekstra tiltak fordi det krever et vannbårent system i bygget, og det må eventuelt blir installert i bygget (Riksantikvaren, u.å). Et vannbårent system bruker energi fra fjell, jord, grunnvann eller sjøvann og siden temperaturen i bakken er mer stabil enn i luften har den en mer jevn effekt enn luft-til-luft varmepumpe (Riksantikvaren, u.å).

I lys av energieffektivisering og oppvarming er det fornuftig å vurdere energikilder. Fra et miljøperspektiv er solcellepaneler (Solenergi, u.å) et attraktivt alternativ. Effekten for et solcelleanlegg



varierer fra hvor i landet det er, helningsvinkel og systemløsning (Solenergi, u.å (2)). På solkartet til solcellespesialisten (u.å) kan man se om et bygg har en egnet takflate for solceller. Solceller kan monteres på taket, men må søke om tillatelse til kommunen. Solceller i dag kan dekke hele det nødvendige strømforbruket hvis det installeres nok. Norsk vassdrags- og energidirektorat (NVE) har en ordning for at kunder som produserer egen strøm og har strøm til overs kan selge strømmen de ikke trenger (NVE, 2023). Det er altså gode incentiver for å installere slike systemer. Ulempen er tofoldig. De har en nedbetalingstid på 10-15 år (NRK, 2021) og har en levetid på rundt 25-30 år. Selv om mange ser at verdien på bygget øker etter montering av solceller (NRK, 2021 (2)) er investeringsbehovet forulepende høyt. I tillegg vil det fort komme i konflikt med verneverdi på grunn av plassbehovet.

#### 2.2.4 Fukt

Byggforsk (2016) sier at ventilasjon er nødvendig for å fjerne fukt og at *“det er en påvist sammenheng mellom fuktskadede boliger og negative helseeffekter”*. Fukt bidrar også til fremvekst av blant annet muggsopp (Byggforsk, 2005 (2)). Typiske skadesteder er ved kuldebroer, bak større møbler og i uisolerte kjellere og kryperom. Skulle slike skader oppstå, må fuktkilden identifiseres og stanses.

Fukt trenger inn i bygninger på en rekke forskjellige måter, som vist ved figuren under. I dag stilles det store krav til fuktsikring av nye bygg (Byggforsk, 2021). Tidligere ble det ikke lagt like stor vekt på dette, og kjellere bygget før 1970 er særlig utsatt for fuktskader (Fuktstopper, u.å). Riksantikvaren (2022) har laget en samling av eksempler på hvordan gamle bygg og anlegg kan effektiviseres og sikres og byggforsk (2021) kan brukes som sjekklister eller oppslagsverk.

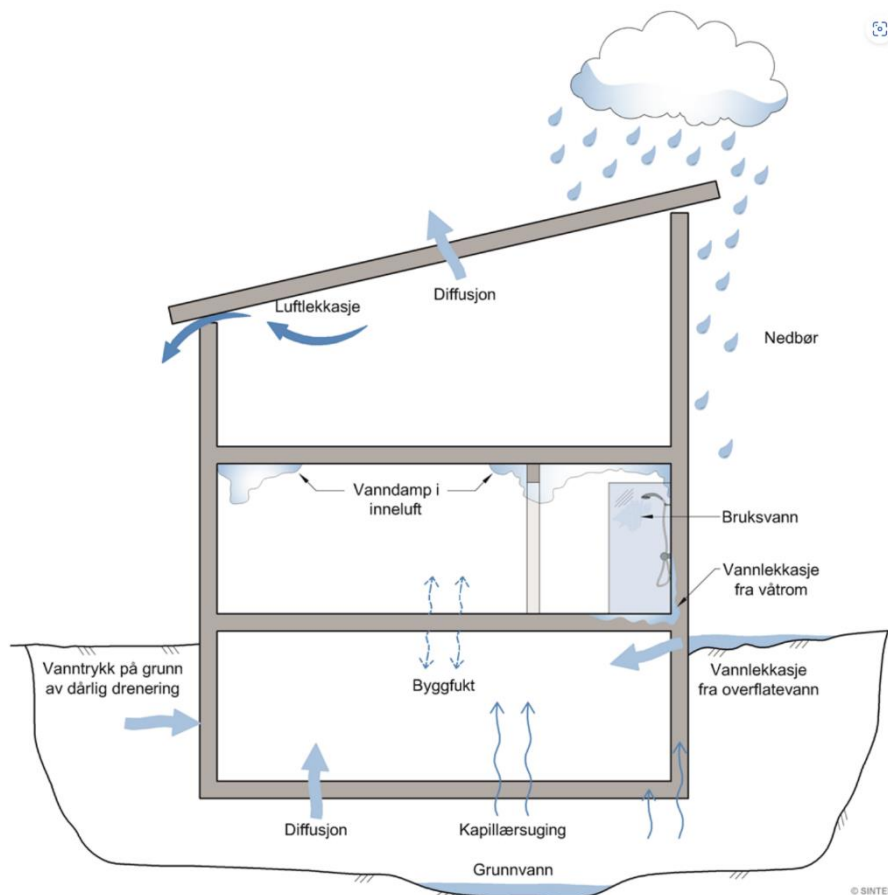


Fig. 8 - Kilder til fuktinntrengning (Byggforsk, 2021).

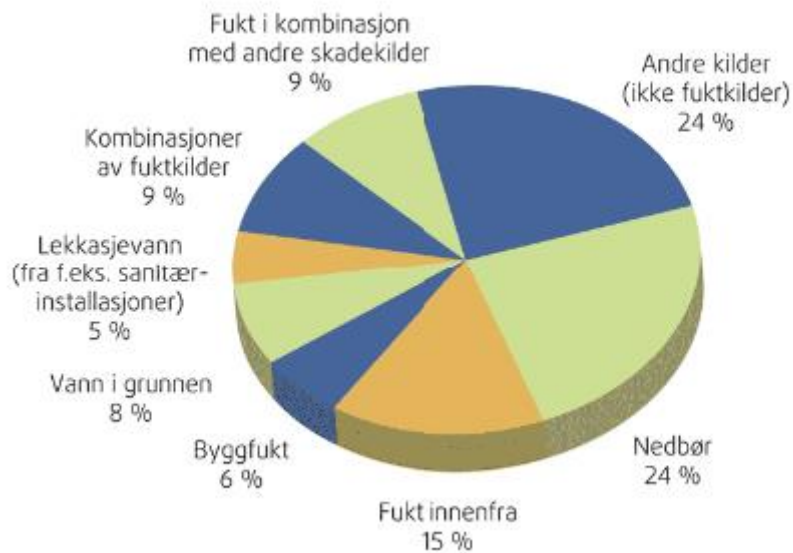


Fig. 9 - Fordeling av skadekilder for prosessforårsakede byggskader for tiårsperioden 1993-2003 (Byggforsk, 2010 (2)).

Figuren over (fig. 9) viser at i perioden statistikken ble innhentet kan så mye som 76% av prosessforårsakede byggskader relateres til fuktpåvirkning (Byggforsk, 2010 (2)). Av disse er 24% skader relatert til nedbør, ofte i form av slagregn (Byggforsk, 2004 (2)) og drivsnø. Ser vi figur 8 og 9 i sammenheng med hverandre kan det raskt trekkes slutninger om betydningen av å lede overvann bort fra bygninger, ved hjelp av fungerende takrennesystem som førstelinjeforsvar, og terrengfall på bakkenivå i andre linje. Her vil også drenering og fuktsikring med tanke på vann i grunnen ha mye å si (Byggforsk, 2020 (3)).

### 2.2.5 Synergi

*“De mest bærekraftige byggene finnes allerede” - Nitter (2020)*

Ifølge Fufa (et.al, 2020) bør vi ta bedre vare på eksisterende bygningsmasse for å redusere klimagassutslipp og sikre bærekraftighet i byggenæringen. Kommunal- og distriktsdepartementet (Regjeringen, 2022 (2)) hevder at bolig- og byggsektoren er ansvarlig for 40% av energi- og materialforbruket og at næringen står for betydelige mengder byggavfall. Grønn Byggallianse (u.å) sier at ombrukte ressurser har så mye som 90-99% mindre utslipp enn nye. Her er det altså mye å spare. Dersom du likevel må velge å ta i bruk nyproduserte byggevarer kan SINTEF (u.å) hjelpe deg med å ta de rette valgene basert på miljødeklarasjoner utarbeidet for byggevarer (Byggforsk, 2014 (2)).

Vi har altså sett at det er høyst aktuelt å gjennomføre energieffektiviserende tiltak, både av hensyn til økonomi og med tanke på globale klimautfordringer. På samme måte kan gjenbruk eller samvittighetsfulle tilvirkningsprosesser av byggevarer bidra i stor grad. Byggforsk (2017, (2)) sier at *“for å sikre bredden i vår kulturarv for kommende generasjoner, må vernetanken få bredere tilslutning. Den må tas på alvor av alle som har direkte ansvar for hvilke bygninger som skal bestå og hvordan de skal behandles”*, og understreker viktigheten av kompetanse i bygningspleien.

### 2.3 Byggteknisk forskrift

De nye energikravene i byggteknisk forskrifter ble utgitt 1. juli 2017, også kalt TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Forskriften beskriver rammene og kravene for energibruk i bygget. I henhold til Forskrift til tekniske krav til byggverk §1-1, *“Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi.”* (Lovdata, 2023). Kravene som blir beskrevet i forskriftene er blant annet u-verdi på materialene i et bygg, lekkasjetall, utforming av rom, bruk av materialer og energi.

I forskriften er kravene for u-verdi for materialene og komponentene i et bygg beskrevet. U-verdi er betegnelsen for varmegjennomgangstallet for en bygningsdel (Thue, 2023). Verdien sier noe om isolasjonsevnen til en bygningsdel, jo lavere verdi jo bedre isolasjonsevne har bygningsdelen. I TEK17 er det satt opp tabeller for u-verdi til vegger, gulv, tak, vinduer, osv. Noen eksempler for u-verdier er, vegg, 0,18 W/m<sup>2</sup>, vindu, 0,8 W/m<sup>2</sup> og gulv, 0,1 W/m<sup>2</sup> (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Energikravene sier også noe om lekkasjetall i et bygg. Lekkasjetall forteller hvor mange ganger luften skiftes ut per time når det er over- eller undertrykk på 50 pascal (Tekna, 2023). Kravet for lekkasjetall etter TEK17 er 0,6 (Tekna, 2018).

	<b>Energiltak</b>	<b>Småhus</b>	<b>Boligblokk</b>
1.	U-verdi yttervegg [W/(m <sup>2</sup> K)]	≤ 0,18	≤ 0,18
2.	U-verdi tak [W/(m <sup>2</sup> K)]	≤ 0,13	≤ 0,13
3.	U-verdi gulv [W/(m <sup>2</sup> K)]	≤ 0,10	≤ 0,10
4.	U-verdi vinduer og dører [W/(m <sup>2</sup> K)]	≤ 0,80	≤ 0,80
5.	Andel vindus- og dørareal av oppvarmet BRA	≤ 25 %	≤ 25 %
6.	Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg (%)	≥ 80 %	≥ 80 %
7.	Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP) [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	≤ 1,5	≤ 1,5
8.	Luftlekkasjetall per time ved 50 Pa trykkforskjell	≤ 0,6	≤ 0,6
9.	Normalisert kuldebroverdi, der m <sup>2</sup> angis som oppvarmet BRA [W/(m <sup>2</sup> K)]	≤ 0,05	≤ 0,07

Fig. 10 Lovdata 2017. §14-2(2) Tabell: Energiltak

### 3. Metode

Vismannen Bias skal ha sagt “*Jeg bærer alt mitt med meg*” (Amundsen, 2022). I akademika blir hans navn ofte forbundet med at resultatene som forskningen oppnår ikke reflekterer virkeligheten (Staff, 2015). Skjevheter kan oppstå som følge av blant annet metodefeil og forutinntatthet, eller slik som Bias selv kan ha ment, at ens eget perspektiv påvirker og farger all ny kunnskap. For å unngå dette er det viktig å være bevisst på hvilke typer skjevheter som kan oppstå, samt å være nøyaktig i forskningsmetodikken. Før vi diskuterer skjevheter og andre feilkilder skal vi se litt nærmere på hvordan vi har valgt å løse oppgaven.

#### 3.1 Forskningsmetode

Vitenskapelig forskning dreier seg om å bruke systematiske metoder for å etablere pålitelig kunnskap basert på empiri (Grønmo, 2023 (1)). Denne oppgaven er en mulighetsstudie som tar sikte på å skulle gi oppdragsgiver et underlag for videre beslutning. I så måte kan en også kalle det for en konseptvalgutredning, utviklingsvurdering eller alternativvurdering (Multiconsult, 2023). For å

komme frem til en slik løsning er det naturlig for oss å benytte en blanding av kvantitative og kvalitative forskningsmetoder.

Kvantitative data vil typisk være mengdedata uttrykt ved tall, mens kvalitative data ofte representeres som tekst (Grønmo, 2023 (2)). Det kvantitative datagrunnlaget består av energiberegninger, mens det kvalitative innhentes ved hjelp av befarings- og tilstandsregistrering, samt intervjuer.

### 3.1.1 Intervju

Vi har valgt å intervju tre personer i Hardangerakademiet, på bakgrunn av deres rolle i organisasjonen. Disse har vært gjennomført som individuelle intervjuer strukturert etter hovedtema. I denne sammenhengen er intervjuene å anse som respondentintervjuer fordi respondentene er spesifikt valgt ut fra hvilken erfaring og kunnskap de har knyttet til Jonatunet (Universitetet i Oslo, u.å.).

### 3.1.2 Befaring

En rekke aktører i bransjen (Design og arkitektur Norge, u.å, Comfort, u.å) forteller oss at en befarings- er et viktig verktøy for å forstå kundens behov og ønsker, samt hvordan tiltak vil påvirke objektet. En befarings- består ofte av observasjon (NOU 2019:5). Det kan brukes som et første møte for å skape felles forståelse for prosjektet og ønsket slutttilstand.

### 3.1.3 Teknisk Tilstandsregistrering og -analyse

Det neste steget i prosessen er i denne sammenheng teknisk tilstandsregistrering og -analyse. SINTEF Byggforsk (2018) angir metoder og anbefalinger for tilstandsanalyse. I punkt 12 står det at:

*“Tilstandsanalyse utføres for å få vite mer om hvilken tilstand objektet er i, og hvilke konsekvenser denne tilstanden kan få”*. Altså kan en slik analyse gi grunnlag for å utvikle vedlikehold- og ombyggingsplaner. Ved å analysere innhentede data får en også dokumentasjon på eventuelle gap mellom byggets standard og dagens krav. Dette kan også brukes for å beregne utbedringskostnader, samt å vurdere potensialer.

#### 3.1.3.1 Definisjoner

Byggforsk (SINTEF, 2018) definerer tilstandsanalyse som en *“En samlet analyse med definering av oppgavens formål, omfang og referansenivå, planlegging, registrering, vurdering og rapportering av tilstand samt beskrivelse av tiltak”*.

I praksis gjøres dette ved å definere et referansenivå, et *”forhåndsdefinert krav til tilstand som gjelder for objektet”* (SINTEF, 2018). Eksempelvis kan en velge gjeldende byggteknisk forskrift (TEK17) som referansenivå. En har nå et utgangspunkt for å vurdere objektets tilstand. Dette er ifølge Byggforsk (SINTEF, 2018) *“Bygningens eller bygningsdelens tekniske, funksjonelle eller estetiske*

*status på et gitt tidspunkt*”. Dette gjøres ved å angi en tilstandsgrad (TG), altså et *“uttrykk for tilstanden en bygning eller en bygningsdel/-komponent har i forhold til referansenivået* (SINTEF, 2018). Tilstandsgrader angis som TG0-3, der referansenivået tilsvarer TG0, mens TG1-3 representerer grader av avvik fra referansenivået. Det som av en eller annen grunn ikke undersøkes gis tilstandsgrad ikke undersøkt, eller TGIU. Dette er skjønsmessige vurderinger, men føringer angis i Byggforsk (SINTEF, 2018) og Norsk Standard (NS 3424). Ved avvik fra referansenivå også en konsekvensgrad (KG).

### 3.1.3.2 Metode for tilstandsanalyse

Jf. Byggforsk (SINTEF, 2018) vil den som bestiller en tilstandsanalyse og den som utfører den ha ansvar for flere forskjellige oppgaver. Disse kan deles inn i faser.

Fase	Ansvarlig	Innhold	Punkt i anvisningen
Forarbeid	Bestiller	<ul style="list-style-type: none"> <li>– definere formål</li> <li>– avklare forutsetninger</li> <li>– definere oppgaven, herunder velge analyse- og referansenivå</li> <li>– eventuelt inngå kontrakt</li> </ul>	<a href="#">Pkt. 3</a> og <a href="#">pkt. 4</a>
Planlegging	Utførende	<ul style="list-style-type: none"> <li>– samle inn bakgrunnsinformasjon</li> <li>– lage kriterier for tilstandsgrader</li> <li>– utarbeide sjekklister og hjelpeverktøy</li> <li>– planlegge feltarbeidet, herunder helse, miljø og sikkerhet (HMS)</li> </ul>	<a href="#">Pkt. 5</a>
Tilstandsregistrering	Utførende	<ul style="list-style-type: none"> <li>– måle og registrere objektet</li> <li>– ta eventuelle prøver</li> <li>– sørge for analyse av eventuelle prøver</li> </ul>	<a href="#">Pkt. 6</a>
Vurdering	Utførende	<ul style="list-style-type: none"> <li>– analysere årsaker</li> <li>– vurdere konsekvenser og risiko</li> <li>– vurdere eventuelt behov for tilleggsanalyser senere</li> </ul>	<a href="#">Pkt. 7</a>
Rapportering	Utførende	<ul style="list-style-type: none"> <li>– formidle resultater</li> </ul>	<a href="#">Pkt. 8</a>

Fig. 11 - Tabell 23 Faser i en tilstandsanalyse (SINTEF, 2018).

Vi har valgt å gjøre det litt annerledes. I og med at Hardangerakademiet ikke spesifikt har bestilt en tilstandsanalyse, men at vi selv har definert et behov for dette verktøyet som et ledd i å kunne svare på problemstillingen, har vi valgt å ta på oss alle oppgaver (og roller) selv. Vi har således fulgt oppskriften definert av SINTEF (2018) og Norsk Standard (2020).

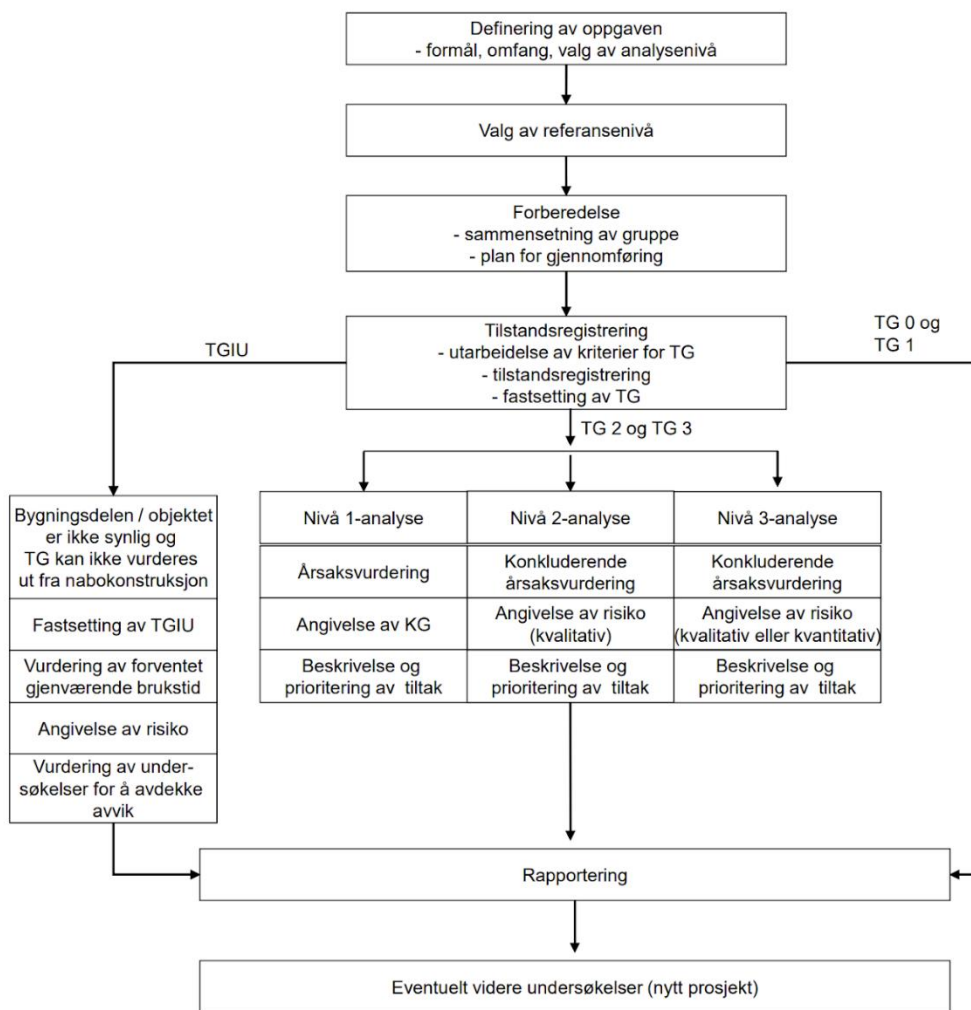


Fig. 12 - Metodikk og flytskjema med beskrivelse av innholdet i de ulike analysenivåene (Standard Norge, 2020)

### 3.1.3.3 Analysenivå

Formålet med analysen er i denne sammenheng å danne et grunnlag for energiberegninger, samt å definere potensialer for energieffektivisering. Vi har derfor valgt å fokusere på byggteknisk tilstand og energiytelse, men også til dels inneklimateknikk, funksjonalitet og tilpasningsdyktighet. For disse aspektene har vi valgt en blanding av analysenivå 1, “enkle undersøkelser som er egnet til å gi en oversikt” og analysenivå 2, “grunnlag for å prioritere tiltak og gi overslag over tiltakskostnader”. For dette valget legger vi våre forutsetninger til grunn. I lys av en realistisk vurdering av eget erfaringsnivå er det sannsynlig at vi kan vurdere årsaker, og kun i noen tilfeller fastslå dem, jf. SINTEF (2018). SINTEF (2018) fastslår at selv om årsaksangivelse er viktig for vurdering av risiko, så vil det ikke alltid være mulig med tanke på ressurser, herunder eget kompetansenivå (Norsk Standard, 2020). I disse tilfellene er det sentralt å ta hensyn til usikkerhet. I selve analysearbeidet er dette gjort med å bruke ord som foreslår årsaker heller enn å fastslå dem. I rapporten tas det også opp som et eget tema.

### 3.1.4 Energiberegning

Etter tilstandsregistreringen har vi valgt å gjennomføre en energiberegning (Tekna, 2021) for å kontrollere de faktiske forholdene i bygget (Tekna 2020, SIMIEN u.å (2)) opp mot kravene i TEK17 og NS 3700. Dette har vi gjort i SIMIEN som er et norskutviklet energiberegningsprogram. For å gjøre en energiberegning trengs det en del informasjon om bygget. Det er mange faktorer som spiller inn på hvor mye energi et bygg bruker og det er derfor viktig å ha all informasjon for å få en så nøyaktig beregning som mulig. Vi har brukt mål og dimensjoner fra plan- og 3D-tegninger, samt informasjon om energikilder og ventilasjon oppgitt av arkitekt og teknisk ansvarlig i tillegg til funn og observasjoner fra befaring og tilstandsregistrering.

I alle byggefasene av et byggeprosjekt eller ombyggingsprosjekt er energiberegningen nyttig. I en beregning kan tiltakene og løsningene bli kontrollert og testet slik at energi tiltakene går i riktig retning (Tekna, 2020). SIMIEN kan sammenligne resultatene med energikravene i TEK17 og NS 3700 og gi energimerke på bygget (Tekna, 2020). Energimerking består av ulike karakterer som gjelder A til G, hvor A er best og G er dårligst (Direktoratet for byggkvalitet, 2018).

### 3.1.5 Tiltaksplan

Vi har altså valgt å legge til grunn tilstandsanalyse og energiberegninger for å komme fram til en tiltaksplan som kan svare på problemstillingen. Energiberegningen gir oss i første omgang et overslag over dagens energiforbruk. Tiltaksanalysen definerer potensialer for utbedring. Ved å gjøre hypotetiske endringer, for så å legge disse inn i en ny beregning i SIMIEN kan vi kvantifisere energibesparelsen.

Kornell (et al., 2007) fastslår at feiling kan forbedre læring. I et videre perspektiv er det altså belegg for den velkjente “prøve- og feilemetoden”. Dette er dermed forskningsmetodikken vi legger til grunn når vi skal utforme tiltaksplaner. Tilstandsanalysen og den innledende energiberegningen danner således grunnlaget for hvordan vi kan prøve oss frem ved å sette sammen forskjellige tiltak, differensiert på forskjellige variabler. Disse variablene kan eksempelvis være økonomi, miljøvennlighet eller grad av kompleksitet i implementeringen av tiltaket.

## 3.2 Skjevhet og andre feilkilder

Vi forklarte skjevhet i kapittelets innledning som systematisk metodefeil. Disse kan være bevisste eller ubevisste feil som bidrar til at forskningens resultater ikke speiler virkeligheten (Grønmo, 2020). Slike feil vil dermed påvirke i hvilken vi treffer sannheten i oppgavens konklusjoner. For å sikre oppgavens etterprøvnbarhet er det dermed viktig å ta hensyn til oppgavens validitet og reliabilitet (Brink, 1993). Validitet handler om at dataene som blir innsamlet er med på å bidra til å besvare problemstillingen (Lyng, A, 2023). Reliabilitet handler om hvor pålitelig måleinstrumentene og metoden som blir tatt i



bruk er (Lyng, A, 2023). Le Compte og Goetz (1982) hevder at absolutt validitet og reliabilitet er et umulig mål, men at det likevel finnes strategier for å komme så nær som mulig. Et steg i riktig retning er å identifisere mulige skjevheter og andre feilkilder.

Et intervju kan være gjenstand for en rekke forskjellige feil. Det kan blant annet være at selve spørsmålene har vært ensidige og ledende, eller kanskje har vi latt oss påvirke av respondentenes meninger eller motsatt (Fangen, 2022). Særlig gjelder dette i de neste fasene i intervjuprosessen der lydopptak transkriberes, tekstmengden reduseres og svarene analyseres (Universitetet i Oslo, u.å.). Dette har vi forsøkt å ta hensyn til ved å være tro mot intervjuguiden hvor vi har forsøkt å planlegge for disse skjevhetene.

I oppgaven generelt kan våre argumenter og drøftinger være offer for skjevhet ved at vi har valgt mindre gode eller for snevre kilder (Grønmo, 2020) for å understøtte forskningen. Det er lett å falle for en slik form for bekræftelsestendens (Heshmat, 2015). Den enkleste måten å unngå dette på er kanskje ved å være kritiske og bevisste på fenomenet underveis i arbeidet.

For å unngå systematiske metodefeil så langt det lar seg gjøre, har det vært viktig for oss å følge fremgangsmåter angitt i Byggforskserien og Norsk Standard. Særlig er dette aktuelt i planlegging og gjennomføring av tilstandsanalysen. Når det er sagt, er det stadig flere feller å trække i.

Det kan ha vært instrumentfeil som har feilaktige avlesninger, eller vi kan ha gjort feil under selve målingene. Den enkleste måten å unngå dette på er å gjøre flere målinger over tid. Da dette er svært ressurskrevende har det ikke latt seg gjøre. Vi må derfor hefte en viss usikkerhet ved alle målinger som er gjennomført.

Videre kan det ha vært feil i dataprogrammet SIMIEN. Det kan ha vært feil som stammer fra selve programvaren eller beregningsfeil som følge av unøyaktige eller uriktige variabler. Enten det gjelder energiberegning eller tilstandsanalyse, så vil analysefeil eller vurderingsfeil være en potensiell feilkilde. Altså at feilen ligger i vår egen vurdering av både inputs og outputs. Dette henger i stor grad sammen med vårt erfarings- og kunnskapsnivå. Det er kanskje mye å forlange av studenter å treffe på alle skjønnsmessige vurderinger. Likevel har vi tro på at prosessen har vært gjennomført på en god måte, og at våre resultater dermed er til å stole på.

### 3.2.1 Feilkilder SIMIEN

Vi har brukt U-verdier fra 40-tallet. Det kan være noe forskjell fra 30-tallet da bygget ble bygget. U-verdien for veggene og gulvene har samme verdi for mur og tre. Energibruk i forbindelse med

oppvarming er satt etter kravene til TEK17 på bakgrunn av manglende informasjon om panelovnene i bygget. Kjeller er satt som en egen sone i SIMIEN hvor vi har lagt inn vegger og gulv manuelt på grunn av terrengforskjeller utenfor, altså at noen vegger er under terrengnivå mens andre ikke er det. Det er gjort noen avrundinger underveis med tanke på arealer. Vi har også antatt en driftstid. SIMIEN beregner 100% utnyttelsesgrad i denne tiden, noe som sannsynligvis inntreffer svært sjelden. Dette vil bidra til høyere verdier enn hva som er reelt.

## 4. Resultater og analyser

### 4.1 Intervju

Vi har tidligere diskutert hvordan vi gjennomførte intervjuene. Dette delkapitlet handler om det som kom frem i løpet av intervju med en av brukerne av bygget, teknisk ansvarlig, samt tiltakshaver. Det virker tilsynelatende til å være bred enighet om at bygget fungerer svært godt med tanke på den bruken det har i dag. Utfordringene dukker opp når vi utfordrer hva som ligger i “bruken det har i dag”. Til tross for at alle respondentene ser ut til å ha en svært positiv tilnærming til huset, så er det åpenbare mangler og frustrasjoner. Først og fremst er dette med at energiforbruk tvinger Hardangerakademiet til å stenge bygget i vinterhalvåret. Dette har flere konsekvenser.

Den største av disse er at Hardangerakademiet taper mulige driftsinntekter ved at bygget ikke er i bruk. Dersom bygget blir mer energieffektivt kan det tenkes at driften kan utvides også om vinteren, og dermed generere økte driftsinntekter. Dette er jo også selve bakgrunnen for oppgaven. Videre hevder teknisk ansvarlig at den lave temperaturen i bygget om vinteren bidrar til fremvekst av muggsopp. Dette kan selvsagt ha andre forklaringer, men det er absolutt ikke usannsynlig at denne uheldige utviklingen kunne vært stanset eller redusert om temperaturen var høyere. Selv om bygget i utgangspunktet er stengt, har Hardangerakademiet stadig noe aktivitet der om vinteren. Dette er typisk drift- og forvaltningsmøter, dugnad og lignende. I intervjuet forteller bruker om at bygget ikke oppleves som særlig trekkfullt, men at de lave temperaturene er svært ubehagelige. Særlig kaldt er det på soverommene, som også er vanskelig å varme opp. Likeledes er det kaldt i gangene og på badene. Særlig kaldt er det på gulvet. Dette bidrar til dårlig inneklimate og mistrivsel. Det vitner også om store varmetap og lite effektiv oppvarming.

Når det blir snakk om hvordan bygget skal kunne legge til rette for fremtidig bruk er det flere perspektiver som kommer frem. På den ene siden er det de forskjellige respondentene ønsker seg av gjennomførte tiltak, eller effekt av tiltak, og på den andre siden er de begrensningene en har å forholde seg til. Det åpenbare er at alle ønsker seg et mer energieffektivt bygg. Det kommer frem i intervjuene at det er en målsetting å kunne holde det totale energiforbruket under på 100 000 - 125 000 kWh i året. Dette tilsvarer historisk forbruk med dagens bruk av bygget. Særlig teknisk ansvarlig har en del

spesifikke tanker om hvordan en kan forsøke å oppnå dette. Her er det begrensningene som skaper et mulighetsrom. Vi skal se nærmere på disse.

Tiltakshaver nevner økonomi og fredningsstatus som de største hindrene. Hardangerakademiet ser likevel lyst på fremtiden, da de tross alt har noe driftsinntekter i tillegg til forskjellige legater, støtteordninger og kommunalt/fylkeskommunalt samarbeid. Det fortelles også om godt samarbeid og tett kontakt med fylkeskonservatoren. I arbeidet med energieffektiviseringen legges også miljøvennlighet og bærekraft til grunn for valg av materialer, energikilder og andre tekniske løsninger der det er mulig. Også teknisk ansvarlig er opptatt av gjenbruk og miljøvennlighet. Eksempelvis er det et ønske om å beholde tekniske installasjoner på kjøkkenet til tross for at de ikke lenger er særlig energieffektive. Dette har med bruk og bruk-mentalitet å gjøre, men også av hensyn til enklere og billigere vedlikehold. Teknisk ansvarlig sammenligner reparasjon av dagens installasjoner med mer moderne, og sier at de som står der i dag kan han ofte enkelt reparere selv. Moderne installasjoner krever derimot at en reparatør må komme fra Bergen og spesialbestille deler, slik at det kan koste opp mot 20 000 kroner.

Når det gjelder vedlikehold for øvrig, kommer det frem at det i lang tid har manglet overordnede planverk og styring. Vedlikeholdsbehov har vært løst ved brannslukningsmetoden, altså at behov har blitt løst ettersom de har oppstått. Tiltakshaver jobber med utvikling av FDV-planer og implementeringen av disse. Mye av arbeidet blir gjennomført som dugnad med Hardangerakademiets medlemmer, samtidig som at mye gjøres av teknisk ansvarlig. Her er det flere forhold som er viktig å ta hensyn til.

Dugnadsarbeid er en kostnadseffektiv måte å gjennomføre arbeider på, til tross for at en ikke kan garantere kvaliteten i arbeidet er det mye som kan løses på denne måten. Likevel er det viktig å vurdere om en selv er i stand til å gjennomføre et gitt stykke arbeid på en god måte, slik at det ikke forringer bygningskvaliteten dersom en kommer til skade for å gjøre feil. Det er også viktig å vurdere når en eventuelt skal hente inn kvalifiserte fagfolk. Dette henger også sammen med kunnskap om fredning og overordnet planverk. Dersom Hardangerakademiet får kontroll på FDVU-planleggingen kan det ha en positiv innvirkning på dette. Det blir enklere å styre arbeidet, vurderinger gjøres på et overordnet nivå og en kan komme vedlikeholdsbehovet i forkjøpet. I sammenheng med energiforbruk og miljøvennlighet nevner teknisk ansvarlig også et viktig poeng. For å holde energiforbruket nede, og kanskje også for å kunne bruke eldre installasjoner riktig, så er det viktig å gjøre gjestene bevisste på sine valg. Altså informere om hvordan bygget skal tas i bruk. Med tanke på Hardangerakademiets medlemmer så kunne det kanskje være like viktig å tilby tilsvarende informasjon om hvordan fredningsverdige bygg skal behandles og hvilket mulighetsrom de har å bevege seg i.

I forbindelse med vedlikeholdsbehov dukker det opp flere utfordringer i samtalen med teknisk ansvarlig. Først og fremst av disse er utfordringer knyttet til fuktighet. På den ene siden, hvordan regnvann transporteres bort fra taket, og på den andre siden hvordan regnvann transporteres bort fra bygget på bakkeplan. I tilknytning til begge disse problemene diskuterte vi også at de drenerende massene ikke er gode nok til å holde fuktigheten unna veggene i kjelleren. Dette kommer til syne ved at vann blir liggende i store mengder og i lengre tid på nordsiden av bygget, i tillegg til saltutslag og muggdannelse på innsiden av veggene. Samtidig holdes temperaturen nede i bygget i løpet av vinteren, slik at fuktigheten i veggene bruker unødig lang tid på å tørke.

I det store og det hele fremstår alle respondentene som at de er inneforstått med at en ikke kan forvente at en bygning som denne skal oppleves på samme måte nye bygninger. Tvert imot er de alle opptatt av å bevare stedets kvaliteter. De er i stand til å se muligheter der de begrenses av økonomi, verneverdi og miljøvennlighet. Teknisk ansvarlig oppsummerer det ved å si at *“Vi kunne nesten ikke overtatt et bedre bygg, med tanke på våre behov”*.

## 4.2 Teknisk tilstandsanalyse

Vi har valgt dagens standard, representert ved byggteknisk forskrift, TEK17, som referansenivå. Som tidligere diskutert legger vi analysenivået på 1-2. Dette har sammenheng med ressursbruk og kompetansenivå.

### 4.2.1 Forhold

Tilstandsregistreringen ble gjennomført 27.01.23. Værforholdene lå godt til rette, med -2 C om morgenen og opp til +2 C utover dagen. Det var sol og vindstille. I løpet av natten ble bygget varmet opp til +10 C innvendig.

### 4.2.2 Funn og observasjoner

Vi har identifisert fire hovedtema, som vi skal diskutere hver for seg. Det er vann og fukt, ventilasjon, isolasjon og oppvarming. Utover disse lider bygget for øvrig av mangelfull rengjøring/vedlikehold. Ellers bærer bygget preg av sin alder, både estetisk og konstruksjonsmessig.

#### 4.2.2.1 Vann og fukt

Vi vet at bygget tidligere har hatt flere vannskader. Disse har kommet som følge av frostsprengte vannledninger og er utbedret på tilfredsstillende vis. De vann/fukt-skadene som er i bygget i dag har andre utspring. Det kan være vanskelig å definere årsakssammenhengen, men vi mener at det er tre forhold som er roten av problematikken.

Den første årsaken er utilstrekkelig drenering, særlig mot nord der bakkenivå når opp til første etasje, altså over kjellerens etasjehøyde. Det kommer tidvis mye vann ned fra høyereliggende lende. Dette vannet ledes ikke bort fra veggen, noe som fører til et særlig fuktig miljø. Dette viser seg innvendig som saltutslag, soppdannelse og misfarging av mur/betongvegg.

Den andre årsaken er feil dimensjonering av vannbord og takrenner. Disse er ikke i stand til å ta unna vannmengdene. Mot vest ser vi dette ved at murvegg og trepaneler har fått vannskader. Mot nord ser vi dette ved at utvendig panel viser sprekking, avskalling og groing. Mot sør ser vi dette ved at vann blir liggende på terrassen, hvor dørene er vannskadet.

Den tredje årsaken henger sammen med bruken av bygget. I og med at bygget ikke er i bruk vinterstid blir det heller ikke varmet opp i tilstrekkelig grad, og fuktigheten blir værende i bygget. Dette viser seg ved groing og soppdannelse på innvendige vegger, særlig i kjelleren.

#### *4.2.2.2 Ventilasjon*

Ventilasjonsystemet består av naturlig ventilasjon i alle rom unntatt våtrom. I våtrom er det noen avtrekk som går i kanaler og gjennom veggen eller opp til loftet og ut gjennom taket. Det er tydelig at løsningen ikke fungerer godt nok, eksemplifisert gjennom dugg på vinduer. På kjøkkenet er det montert avtrekk over kokeplater. Ventilasjonssystemer er i stor grad ikke undersøkt, utover registrering av nevnte dugg på vindusflater. Brukere rapporterer likevel om god ventilasjon. Dette har nok sammenheng med at bygget i stor grad er uisolert.

#### *4.2.2.3 Isolasjon*

Vi har identifisert 12,5 cm dype hulrom mellom ytter- og innervegg. Det er tettepapp mellom yttervegg og ytre kledning. Rundt vinduer avdekket vi store kuldebroer. Dette fordi det ikke er isolert rundt vindu. Disse stammer fra tidlig på 1980-tallet. Noen av disse er punktert.

I forbindelse med oppussing av våtrom etter vannskader er disse isolert med 10 cm steinull. Noen av vinduene er også forsøkt etterisolert ved å dytte steinull inn i hulrommet mellom rammen på vinduet og veggen rundt. Ellers er det ingen isolasjon i hverken vegg, tak eller gulv.

#### *4.2.2.4 Oppvarming*

Alle rom varmes i dag opp av eldre panelovner. Disse er lite energieffektive, særlig i kombinasjon med uisolerte vegger. Overskuddsvarme fra koketopper og komfyrer, samt tilluftoppvarming bidrar til tidvis høye temperaturer på kjøkkenet, særlig sommerstid.

#### 4.2.2.5 Endringspotensial

Til tross for fredningsstatusen mener vi at bygget har stort endringspotensial. Dette har sammenheng med byggets opprinnelige funksjon. Det er bygget for å kunne huse og bespise opptil 80 personer. Det er store arealer som enkelt kan endres etter behov. Kjelleretasjen har en krypkjeller under gulvet, heissjakten til den gamle matheisen gir muligheter for å føre VA- og VVS-ledninger mellom etasjene og installasjoner kan plasseres i ledige areal i kjeller eller på loft. På grunn av hulrommene i konstruksjonen er det også store potensialer for etterisolering.

Ifølge kulturminnesøk, (u.å), så har bygget status som “regional verneverdi”. Det betyr at bygget har gått gjennom en kulturhistorisk vurdering og har blitt stemplet verneverdig av regionen eller kommunen (Kulturminnesøk, 2023). Bestemmelsen av vernestatus blir gjort med hjelp av Plan- og bygningsloven (Kulturminnesøk, 2023 (2)). Bestemmelsene eller retningslinjene i Plan- og bygningsloven styrer hvilke tiltak som kan bli tillatt. Alle tiltak som skal bli gjort som omhandler det vernede området skal avklares med kommunen først (Kulturminnesøk, u.å), altså er det viktig med godt samarbeid både mot kommunen og antikvariske myndigheter.

### 4.3 Energiberegninger

Energiberegningen blir som nevnt regnet ut på energiberegningsprogrammet SIMIEN. Vi bruker U-verdier fra byggforskserien i tillegg til U-verdier fra 1930-40 tallet der det er mulig å oppdrive. Mål og dimensjoner på de forskjellige bygningsdelene er hentet ut fra plan- og 3D-tegninger.

#### 4.3.1 Forhold

Simien bruker standard temperaturer fra Oslo området. Ønsket temperatur innvendig i bygget er 21 varmegrader om vinteren og sommeren. Antatt driftstid er mellom 08:00 til 21:00.

#### 4.3.2 Funn og observasjoner

Funn og observasjoner fra energiberegningen diskuteres i delkapittel 4.3.4. Se for øvrig vedlegg nr. 3 “Energiberegning\_jonatunet” for alle beregninger.

#### 4.3.3 Analyse

Bygget har 3 etasjer og en kjeller og et loft, kjelleren og de to første etasjene har et areal på rundt 350m<sup>2</sup>, tredje etasjen og loftet har et areal på rundt 150m<sup>2</sup>.

Kjelleren har murvegger under og over grunnen og betonggulv som ligger mot grunnen, disse veggene er ikke isolert. I kjelleren har det heller ikke blitt gjort noe etterisolering eller ombygging på veggene eller gulvet siden byggeåret. Ytterveggene i de andre etasjene er originale og det har ikke blitt gjort noe ombygging. Siden verken veggene eller gulvet er isolerte har de høy u-verdi og er dårlig på å

holde varmen inne. Mesteparten av veggen på nordsiden ligger under grunnen som gir en bedre u-verdi enn de over grunnen. U-verdien for vegger over grunn har vi funnet fra 40-tallet og er 0.93 W/m<sup>2</sup> (Enova, u.å) og for vegger under grunn er u-verdien 0,52 W/m<sup>2</sup> (Byggforsk, 2018). I spisesalen har det blitt montert en ny uisolert stål dør i nyere tid. Stål er et metall som har god varmeledningsevne (Helseth, 2023), det gjør at når det er kaldt blir mye av kulden ledet inn i rommet. Resten av dørene i kjelleren er fra byggeåret, er uisolerte og har dårlig varmekonduktivitetsevne. Vinduene i kjelleren har blitt byttet ut på 80-tallet som resten av vinduene på huset, men har ikke like god u-verdi som moderne vinduer. Gulvet ligger på grunnen og er av betong og ikke isolert, i spisesalen har det blitt lagt parkett over betonggulvet.

Første til tredje etasje er relativt like når det kommer til materialbruk og oppbygning. Veggene i etasjene er av tre og er uisolerte, det er kun hulrom i veggene. I 2 etasje har det blitt gjort ombygging av toalettene, der har det blitt gjort etterisolering av veggene, men vi har valgt å ikke ta med dette inn i beregningen. Gulvene og taket i etasjene er uisolerte og ligger mot oppvarmede rom. Dørene i etasjene er for det meste fra byggeåret, det er noen dører som har blitt byttet ut senere, men det er ingen moderne dører i etasjene. Vinduene har alle blitt skiftet ut på 80-tallet. Etter å ha gått rundt i bygget ble det observert at vinduene var fra mellom 1980-84. Vinduene fra 80-tallet hadde et krav for u-verdi på 2,5 kW/h (enova, u.å). Den største forskjellen mellom de tre etasjene er at i tredje etasje så er det et loft også. Dette loftet er uoppvarmet og har ikke noe isolasjon. Det er montert et lys i taket på loftet, men ellers blir det brukt lite elektrisitet på området. Inn til loftet er det en uisolert dør som skiller loftet og bruksområdet.

På loftet er taket og gulvet uisolert og uten oppvarming. Loftet står så og si tomt, det er der deler av ventilasjon og oppvarmingssystemene er montert og blir ledet ut på taket. På loftet er det to vinduer som kan åpnes hvis nødvendig og gir tilgang til sollys. På sommeren når solen står høyt på taket kan det bli høye temperaturer inne på loftet, men på vinteren blir det veldig kaldt inne på loftet.

Som oppvarming i bygget blir det kun brukt elektrisitet, som panelovner. Panelovnene som blir tatt i bruk er gamle og krever mye strøm når de står på. Det er ikke noe kjøling i bygget og naturlig ventilasjon er det som blir mest brukt i bygget. Naturlig ventilasjon og ventilasjonsluker i veggene kan være store kuldebroer og ha høy varmelekkasje om vinteren.

#### 4.3.4 Resultat

Bygget oppfyller nesten ingen av dagens krav i TEK17, men oppfyller krav om ikke bruk av fossilt brensel i bygget og riktig lufttilførsel. Ellers så er ingen av de resterende kravene oppfylt.

Energimerkingen på bygget er G (Direktoratet for byggkvalitet, 2018). Energiforbruket gjennom et

helt år er beregnet til å være 740 000 kWh. Det blir brukt mest energi til oppvarmingen av bygget, det er lite isolasjon og mye varmelekkasje i bygget slik at det kreves mye energi for å opprettholde ønsket temperatur.

Energirammen på 740 000 kWh er ganske intetsigende i seg selv. For å forstå mengden bryter vi den ned til forbruk per kvadratmeter og sammenligner vi med TEK17-kravene og forbruket i sykehus av dagens standard.

$$\frac{\text{Årlig energibudsjett}}{\text{oppvarmet bruksareal}}$$

$$737\,725 \text{ kWh} / 1\,652 \text{ m}^2 = 454 \text{ kWh/m}^2$$

Ifølge Direktoratet for byggkvalitet (2020) er tilsvarende nøkkeltall for sykehus 225 kWh/m<sup>2</sup>, altså tilnærmet lik halvparten. Når vi så tar høyde for feilkilder, og da særlig dette med at vi har regnet med 100% utnyttelsesgrad i oppvarmet bruksareal, i tillegg til avvik i byggestandard så høres forskjellen plutselig ganske fornuftig ut. Av sektordiagrammet i figur 13 kan vi lese at av det totale energiforbruket knyttes hele 86 % til romoppvarming. Dersom vi ser dette i sammenheng med sektordiagrammet i figur 14, som viser fordelingen av varmetap, forstår vi at potensialet for energibesparelser er stort.

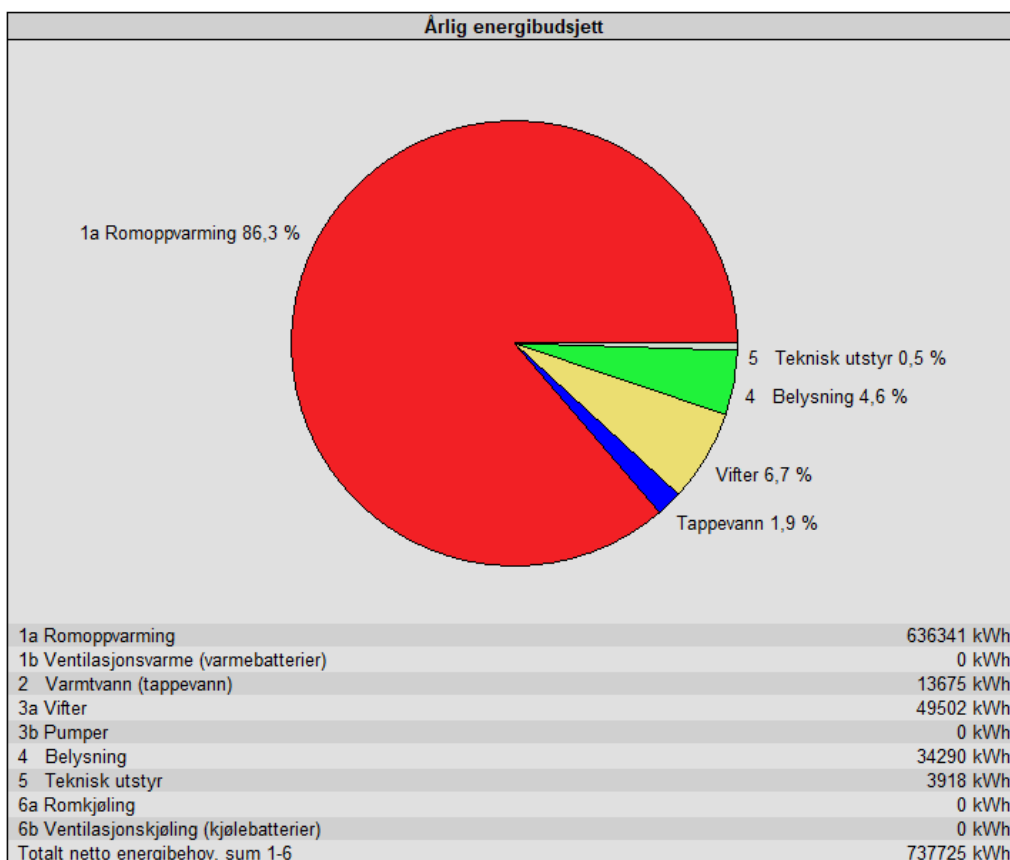


Fig. 13 - Fra SIMIEN. Viser hvor i bygget det blir brukt mest energi i løpet av et år



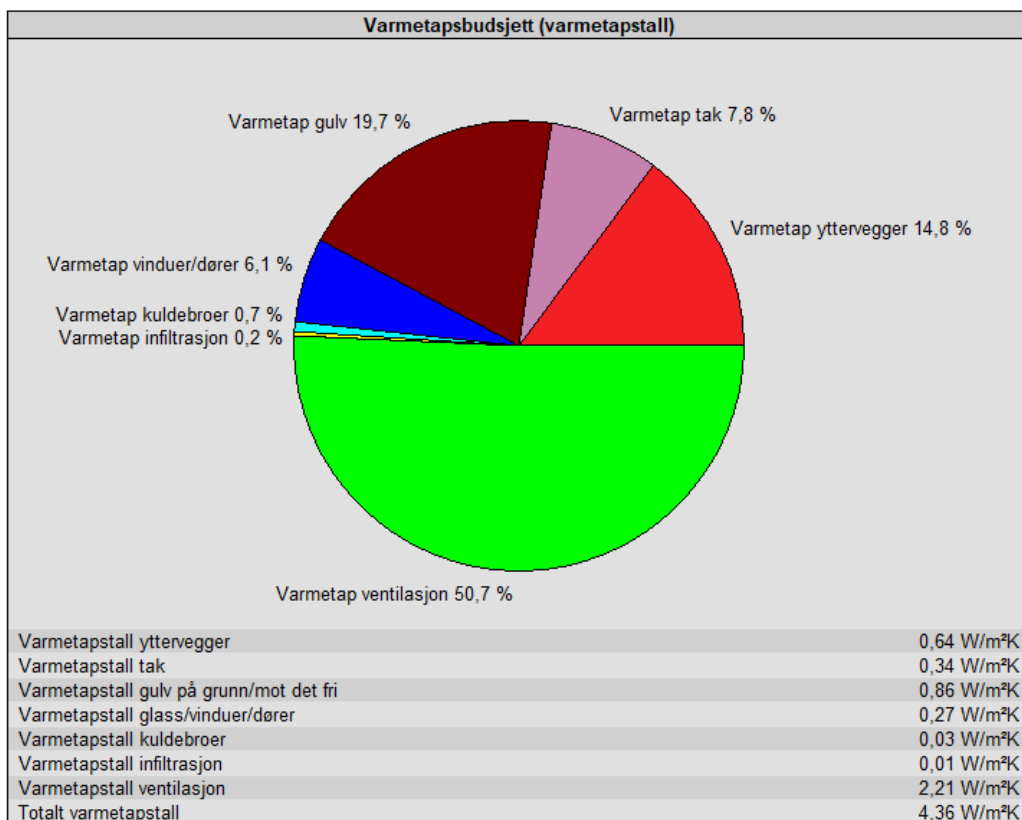


Fig. 14 - Fra SIMIEN, figuren viser hvor det er mest varmetap i bygget og den totale summen

#### 4.3.5 Tiltakspakker

For å svare på oppgavens problemstilling har vi samlet en rekke tiltak i forskjellige tiltakspakker.

Disse har vi så lagt inn i SIMIEN slik at vi kan se på sammenhenger mellom kostnad og effekt.

Hensikten med å lage tre forskjellige slike tiltakspakker er å kunne presentere tiltakshaver med en viss grad av valgmuligheter slik at de selv kan vurdere tiltakene opp mot økonomi og fredningsvern.

I tiltakspakke 1 har vi samlet en rekke tiltak med høy kost/nytte-verdi og lav grad av inngripen i bygningen. På denne måten kan en oppnå en viss besparelse i energiforbruket uten å måtte gjøre store investeringer og uten å bli hindret av fredningsstatusen. I tiltakspakke 2 har vi satt tiltak med større grad av kompleksitet og dertil større investeringsbehov. I den siste pakken inkluderer vi tiltak som kan være meget kostbare, men som til gjengjeld vil maksimere virkningen av energieffektiviseringen.

##### 4.3.5.1 Tiltakspakke 1

I denne tiltakspakken har vi som sagt forsøkt å sette sammen de enkleste tiltakene. Altså de som kan gjøres relativt raskt og enkelt, uten for stort investeringsbehov. Tiltakene dreier seg i all hovedsak om etterisolering og vindtetting for å redusere varmetapet og mer effektive enheter for oppvarming.

Kostnaden tilknyttet de forskjellige tiltakene er hentet fra diverse leverandører og er å anse som enkle overslag uten direkte tilknytning til Jonatunet. Altså kan det være fordyrende faktorer vi ikke har tatt hensyn til. Videre er det ofte oppgitt en kostnad pr. stykk. Dette har vi gjort slik at Hardangerakademiet eksempelvis selv kan velge hvor mange panelovner de ønsker å bytte ut. I SIMIEN har vi valgt å bytte alle, og energibesparelsen reflekterer dette.

Tiltakspakke 1 ser følgende slik ut:

Tiltak	Kostnad	Effekt i kWh	Per kvadratmeter
Etterisolere vindu	75 kr/m <sup>2</sup>	8030 kWh	5 kWh/m <sup>2</sup>
Bytte panelovner	2 000 kr/stk	1,2 kWh	0,3 kWh/m <sup>2</sup>
Installere varmepumpe i hovedrom	20 000 kr/pr stk	300 000 levert energi	
Etterisolere ventilasjonsluker	75 kr/m <sup>2</sup>	ikke beregnet	
Installere varmegjenvinner i ventilasjon	3 000 kr/pr stk	ikke beregnet	
Etablere varmesoner		ikke beregnet	
Installere styringssystem for oppvarming	5 000 kr	98 600 kWh	60,7 kWh/m <sup>2</sup>
SUM	100 000 kr	15 000 kWh	446 kWh/m <sup>2</sup>

Fig. 15 - tiltakspakke 1

Til å begynne med har vi i denne tiltakspakken valgt å fokusere på styring. Vi har sett at det kan være stor gevinst i å etablere varmesoner med smart styringssystem. Et slikt system vil kunne sørge for differensiert oppvarming i fellesrom og soverom, i tillegg til de forskjellige sonene, eksempelvis basert på etasjer. Slik vil en kunne styre og regulere oppvarmingen for å unngå unødig oppvarming av rom som ikke er i bruk. Er det rom eller soner som er delvis i bruk vil systemet automatisk kunne redusere temperaturen i rommet med noen få grader slik at gjenoppvarmingen av rommet blir mer energieffektiv.

Videre ser vi at det kan være hensiktsmessig å erstatte de gamle panelovnene med nye, i kombinasjon med luft-til-luft varmepumpe. Vi har som nevnt over valgt å bytte alle panelovner i hele bygget. De fungerer stadig, men vi anser effekten av energieffektiviseringen som så stor at den overveier den bærekraftige gevinsten for miljøet ved å beholde dem. Her står Hardangerakademiet selvsagt fritt til å gjøre egne vurderinger. Et kompromiss kan være å bytte ut noen av dem, for eksempel i de mest brukte rommene. I tillegg vil vi installere varmepumper slik at ganger, trappeløp og de store fellesarealene får en mer effektiv oppvarmingsløsning som også bidrar til bedre luftkvalitet. Disse vil også kunne bidra til kjøling om sommeren. Vi vil understreke at dette siste er et tiltak som må avklares med antikvare myndigheter med hensyn på tillatelse og plassering.

For at disse tiltakene skal ha størst mulig effekt er det også viktig å iverksette tiltak for å redusere varmetapet. Dette gjøres dels ved etterisolering og dels ved å installere varmegjenvinnere i ventilasjonssystemet. Etterisoleringstiltakene er i denne omgang relativt enkle og begrenses til å

etterisolere og vindtette rundt vinduer og gjennomføringer til ventilasjonskanaler. Rundt vinduene er det snakk om å fylle tomrom med isolasjonsmaterialer og eventuelt bruke teip for vindtetting. Rundt gjennomføringer til ventilasjonskanaler bør dagens løsning med kryssfinerplater byttes ut med nye paneler, eksempelvis av tre, med isolasjon, damp- og vindsperrelag. Ventilasjonslukene bør erstattes av romventilatorer med varmegjenvinning.

I tiltakspakke 1 har vi altså lagt til rette for at Hardangerakademiet kan sette i gang med de forskjellige tiltakene etter eget ønske og behov, særlig med tanke på oppvarming. Med dette mener vi at en kan vurdere å iverksette tiltak i deler av bygget slik at en får kapasitet til å benytte eksempelvis 50% av bygget oppdatert med energieffektive tiltak. Resten av bygget kan vente på ledig tid eller romsligere økonomi, alt etter hva det er rom for. Når det er sagt, er det viktig at Hardangerakademiet ser tiltakene i sammenheng med hverandre for å oppnå maksimal effekt av hvert enkelt tiltak.

Med disse tiltakene viser beregningen at det kan bli spart minst 15 000 kWh i løpet av et helt år. Strømforbruket per kvadratmeter blir redusert ned til 446 kWh/m<sup>2</sup> og den omtrentlige kostnaden for å gjøre disse tiltakene er rundt 100 000 kr uten eksterne montører.

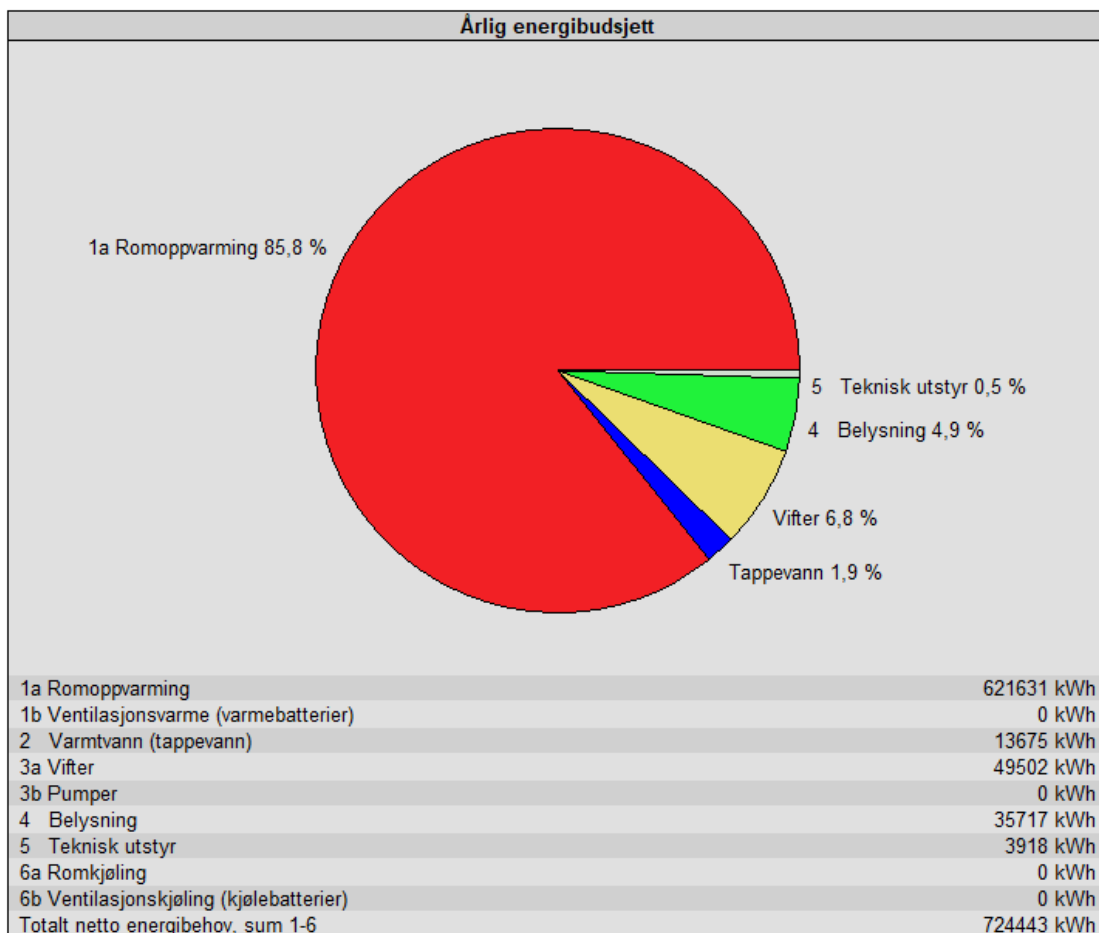


Fig. 16 - Årlig energibudsjett etter tiltakspakke 1. Fra SIMIEN

#### 4.3.5.2 Tiltakspakke 2

Tiltakspakke 1 legger hovedvekt på mer effektiv oppvarming. Tiltakspakke 2 handler i større grad om reduksjon av varmetap som hovedtiltak. Vi legger til grunn de samme tiltakene som i tiltakspakke 1, med samme argumentasjon som tidligere. I tillegg vil vi installere et nytt, balansert ventilasjonssystem og etterisolere vegger og etasjeskillere.

Etter at tiltak i forbindelse med mer effektiv oppvarming er iverksatt vil det som nevnt være mest hensiktsmessig å ta vare på effekten av disse tiltakene ved å redusere varmetapet. Vi har tidligere diskutert forskjellige måter å gjøre dette på. Av hensyn til fredningen er det lite aktuelt med utvendig etterisolering fordi dette vil påvirke det arkitektoniske uttrykket til bygget. Det samme gjelder innvendig etterisolering, dog i noe mindre grad. Vi anbefaler derfor å utnytte det allerede eksisterende hulrommet i vegger og etasjeskillere. Den enkleste og minst invasive metoden er innblåsning. Ulempen er at det da er vanskelig å montere damp- og vindsperrerlag. Valg av metode lar vi være opp til Hardangerakademiet å avgjøre, men vi tillater oss å anbefale innblåsning av hensyn til økonomi og kompleksitet.

Etterisoleringstiltakene fører med seg et økt behov for ventilasjon. Ved å installere et nytt balansert ventilasjonsanlegg dekker vi opp for dette behovet, samtidig som det også reduserer ventilasjonsvarmetapet og bidrar til bedre inn klima. Vi anbefaler å undersøke muligheten for å bruke den gamle heissjakten og hulrom i etasjeskillere som føringsveier for ventilasjonssystemet. Også dette bør diskuteres med antikvare myndigheter i planleggingen.

Tiltakspakke 2 vil dermed se slik ut:

Tiltak	Kostnad	Effekt i kWh	Per kvadratmeter
Bytte panelovner	2 000 kr/stk	1,2 kWh	0,3 kWh/m <sup>2</sup>
Etterisolere vindu	75 kr/m <sup>2</sup>	8030 kWh	5 kWh/m <sup>2</sup>
Installere varmepumpe i hovedrom	20 000kr/pr stk	300 000 levert energi	
Etterisolere vegger og etasjeskillere	1,8 mill kr	144 600 kWh	89 kWh/m <sup>2</sup>
Installere balansert ventilasjonssystem	100 000 kr	114 600 kWh	70,5 kWh/m <sup>2</sup>
SUM	2 000 000 kr	280 000 kWh	280 kWh/m <sup>2</sup>

Fig. 17 - tiltakspakke 2

Med disse tiltakene blir det årlige energibudsjettet ned fra 740 000 kWh til 460 000 kWh, altså 280 kWh/m<sup>2</sup>. Kostnadene på denne tiltakspakken vil være anslagsvis 2 millioner kroner, hvorav kostnadene for å etterisolering utgjør omkring 1,8 millioner kroner.

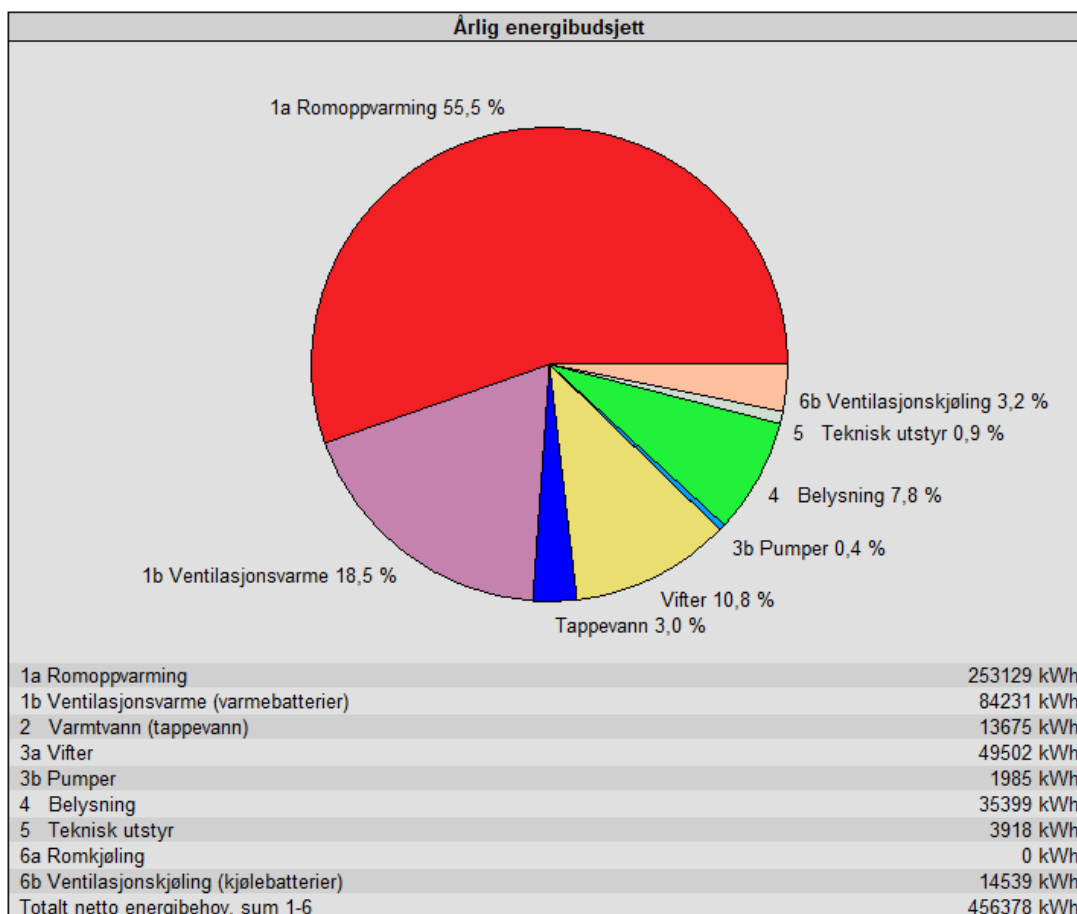


Fig. 18 - Årlig energibudsjett etter tiltakspakke 2. Fra SIMIEN

#### 4.3.5.3 Tiltakspakke 3

I likhet med den forrige, vil også denne tiltakspakken basere seg på de tidligere utførte tiltakene. For å redusere oppvarmingsbehovet ytterligere vil vi her inkludere utskifting av vinduer og ytterdører, i tillegg til å bytte ut applikasjoner og installasjoner på kjøkkenet med mer effektive løsninger. Den viktigste endringen fra tiltakspakke 2 er ventilasjonssystemet. Her har vi valgt et annet system med såkalt VAV. Det er et komplisert ventilasjonssystem med større grad av automasjon. Tiltakspakken blir seende slik ut:

Tiltak	Kostnad	Effekt i kWh	Per kvadratmeter
Bytte panelovner	2 000 kr/stk	1,2 kWh	
Etterisolere vegger og etasjeskiller	1,8 mill kr	144 600 kWh	89 kWh/m <sup>2</sup>
Etterisolere vindu	75 kr/m <sup>2</sup>	8030 kWh	5 kWh/m <sup>2</sup>
Installere varmepumpe	20 000kr/pr stk	300 000 levert energi	
Installere VAV ventilasjonssystem	100 000 kr	167500 kWh	103 kWh/år
Bytte vindu	1,2 mill kr	62 400 kWh	38 kWh/m <sup>2</sup>
Bytte ytterdører	8 000 kr/stk	34 000 kWh	21 kWh/m <sup>2</sup>
Bytte installasjoner på kjøkken (komfyr, kjøleskap...)	~8 000 kr/stk	ikke beregnet	
<b>SUM</b>	<b>3,5 mill kr</b>	<b>380 000 kWh</b>	<b>236 kWh/m<sup>2</sup></b>

Fig. 19 - tiltakspakke 3

Med disse tiltakene blir det årlige energibudsjettet halvert helt ned til 380 000 kWh i løpet av et år. Gjennomsnittsförbruget blir redusert til 236 kWh/m<sup>2</sup>, noe som tilsvarer gjennomsnittsförbruget til sykehus av dagens standard. Kostnadmessig betyr dette et investeringsbehov på omkring 3,5 millioner kr, der de største kostnadsbærerne er etterisolering og utskifting av vinduer.

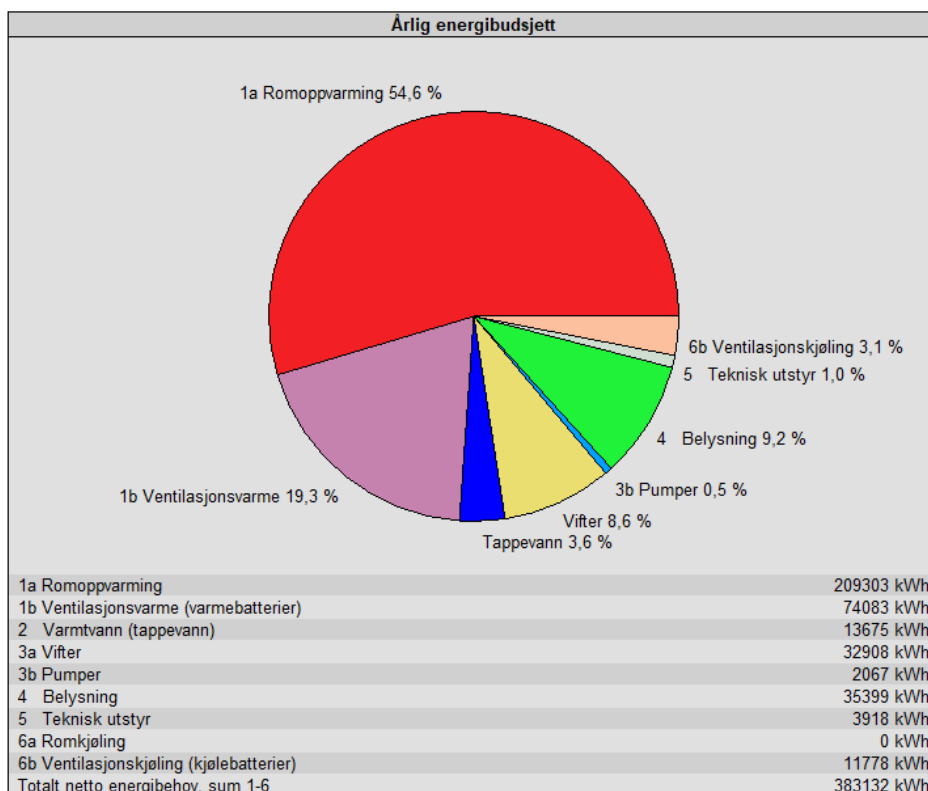


Fig. 20 - Årlig energibudsjett etter tiltakspakke 3. Fra SIMIEN

## 5. Konklusjoner

### 5.1 Generelt

Vi har sett at energieffektivisering er et viktig virkemiddel for å redusere verdens stadig økende energiforbruk og i forlengelsen av dette, redusere klimagassutslippene. Det er også sterke økonomiske incentiver for å redusere eget forbruk da situasjonen i samfunnet de siste årene har bidratt til sterk vekst i kraftpriser.

For eldre trebygg generelt er mulighetene for energieffektivisering mange. For et fredet bygg vil fredningens natur kunne påvirke dette i stor grad. En må derfor være nøye med å vurdere alle tiltak opp mot lovverket og aller helst i samarbeid med antikvariske myndigheter. For Jonatunet spesielt er dette også en åpenbar sannhet. Jonatunet er i tillegg ytterligere begrenset av eierskapets økonomi og til en viss grad deres struktur. Vi har sett at det er mulig å energieffektivisere bygg med fredningsvern, nettopp fordi fredningen ikke til hensikt å forby bruk av bygget, men heller å ivareta de fredede

kvalitetene. I tillegg til å samarbeide med antikvariske myndigheter gjelder det å ta i bruk materialer og byggeskikk tilsvarende det som ble brukt da bygget var nytt. I tillegg er det viktig å ikke gjøre irreversible tiltak, særlig uten tillatelse.

For den miljøbevisste forbruker finnes standarder og sertifiseringer som gjør at en kan ta bærekraftige valg når en skal vurdere byggematerialer og produkter. Uavhengig av hvilke valg man så faller ned på, gjelder det å se på energieffektiviseringen som et helhetlig bilde. Dersom en velger etterisolering og tetting som tiltak, så bør en også vurdere ventilasjon da dette er funksjoner i bygget som henger sammen med hverandre. Vi har også sett at styring og ledelse kan bidra til riktig vedlikehold og i seg selv også være energieffektiviserende.

Innledningsvis i denne oppgaven har vi beskrevet problemstillingen:

*“Hvordan kan en energieffektivisere et fredet bygg der byggherren er en ideell organisasjon, samtidig som en skal ta hensyn både til miljøvennlighet og byggets fredede kvaliteter?”*

Svaret på dette er sammensatt. Vi mener at grunnlaget blir lagt ved å ta i bruk rett verktøy. På samme måte som det er gjort i denne oppgaven vil en tilstandsanalyse bidra til å skape forståelse for hvilke utfordringer og muligheter som finnes i bygget. Når en så skal vurdere disse mulighetene vil energiberegningsprogrammer, som SIMIEN, være hjelpelige med å utforske effekten av tiltak, slik at en kan velge ut tiltakene som samlet gir størst gevinst. Etter å ha skaffet seg denne oversikten gjenstår det å velge seg riktige materialer, metoder og produkter, i samarbeid med antikvariate myndigheter og andre fagfolk. Til sist gjenstår styringsverktøy som FDVU-planlegging og energiledelse. Dette leder oss videre til hvordan Hardangerakademiet kan energieffektivisere Jonatunet.

## 5.2 Anbefaling

Vi anbefaler Hardangerakademiet å realisere tiltakspakke 1 og 2. Vår vurdering er at nettopp disse tiltakene har størst kost/nytte-verdi, i tillegg til at vi mener de er gjennomførbare fra et antikvarisk standpunkt. Tiltakspakke 1 kan i første omgang realiseres på en relativt kostnadsfri måte uten stor grad av kompleksitet. Altså at de kan gjennomføres på dugnad uten å måtte involvere fagfolk i nevneverdig grad. En kan se på disse tiltakene som strakstiltak, eller en kan velge å dele inn bygget i soner og gjøre innføre tiltakene sonevis, ettersom Hardangerakademiet har ledig kapasitet og gjennomføringsevne.

I tiltakspakke 2 finner vi tiltak som har større grad av kompleksitet og kapitalbehov. Etter vår forståelse av Hardangerakademiets struktur vil det være hensiktsmessig å investere mer tid til detaljplanlegging, finansiering og samarbeid med fylkeskonservator for å komme til enighet om når og

hvordan tiltakspakke 2 kan implementeres. Samlet sett vil dette koste anslagsvis 2 millioner kroner og redusere energiforbruket med 280 000 kWh årlig.

Basert på funn i tiltaksanalysen vil vi også på det sterkeste oppfordre Hardangerakademiet til å undersøke og utbedre dreneringen og terrengfallet rundt bygget for å hindre forverring av fuktrelaterte skader på bygget. Samtidig vil det kunne være hensiktsmessig å isolere vegger under terrengnivå utvendig, men dette må i så fall vurderes av fagfolk før tiltak blir iverksatt.

Til slutt vil vi også anbefale å legge ytterligere vekt på FDVU-planlegging i tillegg til energiledelse som verktøy for bygningspleie og energieffektivisering. Organisatorisk vil det også være hensiktsmessig å inkorporere dette i den daglige driften av Jonatunet. Altså mener vi at det vil være fordelaktig om alle de som er involvert i den daglige driften er informert om dette, i tillegg til at det benyttes i langsiktig planlegging.

Med dette ønsker vi Hardangerakademiet lykke til med energieffektiviseringen av Jonatunet.



Kilder:

Amundsen, L. 2022. Store norske leksikon. *Bias*. Hentet fra: [Bias – Store norske leksikon \(snl.no\)](#)

Bedre Inneklima. u.å. Ventilasjon. Hentet 21.05.23 fra: [Arida UnoKlima Base romventilator | Bedre Inneklima AS \(bedre-inneklima.no\)](#)

Brink, H.I.L. 1993. *Validity and reliability in qualitative research*. Curationis, Vol. 16, No. 2. UNISA. Hentet fra: [\(PDF\) Validity and reliability in qualitative research \(researchgate.net\)](#)

Byggforsk. 1990. *Oppvarming av boliger. Energiforbruk og kostnader*. Hentet 18.05.23 fra: [552.103 Oppvarming av boliger. Energiforbruk og kostnader - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 1991. *Automatisk temperaturregulering i elektrisk oppvarmede småhus*. Hentet 18.05.23 fra: [552.108 Automatisk temperaturregulering i elektrisk oppvarmede småhus - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2004. *Miljøindikatorer for FDV av bygninger*. Hentet 15.05.23 fra: [700.262 Miljøindikatorer for FDV av bygninger - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2004 (2). *Beslag mot nedbør*. Hentet 16.05.23 fra: [520.415 Beslag mot nedbør - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2005. *Etterisolering av tretak*. Hentet 16.05.23 fra: [725.403 Etterisolering av tretak - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2005 (2). *Muggsopp i bygninger. Forekomst og konsekvenser for inneklimaet*. Hentet 18.05.23 fra: [701.401 Muggsopp i bygninger. Forekomst og konsekvenser for inneklimaet - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2010. *Romoppvarming av boliger. Prinsipper og systemer*. Hentet 18.05.23 fra: [552.102 Romoppvarming av boliger. Prinsipper og systemer - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2010 (2). *Byggskader. Oversikt*. Hentet 18.05.23 fra: [700.110 Byggskader. Oversikt - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2013. *Lufttetting av bygninger. Framgangsmåte for å oppnå lavt lekkasjetall*. Hentet 15.05.23 fra: [520.401 Lufttetting av bygninger. Framgangsmåte for å oppnå lavt lekkasjetall - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2014. *Etterisolering av murvegger*. Hentet 13.05.23 fra: [723.314 Etterisolering av murvegger - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2014 (2). *Miljødeklarasjoner (EDP) av byggevarer*. Hentet 19.05.23 fra: [470.103 Miljødeklarasjoner \(EPD\) av byggevarer - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2015. *Forbedring av ventilasjon i boliger*. Hentet 14.05.23 fra: [752.601 Forbedring av ventilasjon i boliger - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2016. *Inneklime i eksisterende boliger. Problemer og tiltak*. Hentet 16.05.23 fra: [700.100 Inneklime i eksisterende boliger. Problemer og tiltak - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2017 (1). *Eldre vegger og bindingsverk. Metoder og materialer*. Hentet 20.02.23 fra: [Byggforsk - Metoder og materialer](#)

Byggforsk. 2017 (2). *Bygningsvern. Definisjoner, kulturminneverdier og råd om bygningspleie*. Hentet 13.05.23 fra: [612.012 Bygningsvern. Definisjoner, kulturminneverdier og råd om bygningspleie - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2017 (3). *Byggforvaltning. Begreper og definisjoner*. Hentet 15.05.23 fra: [600.004 Byggforvaltning. Begreper og definisjoner - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2017 (4). *Ventilasjon av boliger. Prinsipper*. Hentet 16.05.23 fra: [552.301 Ventilasjon av boliger. Prinsipper - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2017 (5). *Balansert ventilasjon av leiligheter*. Hentet 16.05.23 fra: [552.305 Balansert ventilasjon av leiligheter - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2017 (6). *Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler*. Hentet 19.05.23 fra: [700.320 Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2018. *U-verdier. Gulv på grunnen og vegger mot terreng*. Hentet 18.04.23 fra: [Byggforsk - U-verdier](#)

Byggforsk. 2018 (2). *Større tiltak i eksisterende bygninger. Planlegging og gjennomføring*. Hentet 15.05.23 fra: [620.016 Større tiltak i eksisterende bygninger. Planlegging og gjennomføring - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2018 (3). *Utsifting av vinduer*. Hentet 16.05.23 fra: [723.638 Utsifting av vinduer - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2019. *Kuldebroer. Typer, konsekvenser og bruk av normalisert kuldebroverdi*. Hentet 16.05.23 fra: [472.001 Kuldebroer. Typer, konsekvenser og bruk av normalisert kuldebroverdi - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2020. *Yttervegger av bindingsverk. Varmeisolering og tetting*. Hentet 16.05.23 fra: [523.255 Yttervegger av bindingsverk. Varmeisolering og tetting - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2020 (2). *Støy fra ventilasjonsanlegg*. Hentet 16.05.23 fra: [552.306 Støy fra ventilasjonsanlegg - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2023 (3). *Fuktsikring av konstruksjoner mot grunnen*. Hentet 16.05.23 fra: [514.221 Fuktsikring av konstruksjoner mot grunnen - Byggforskserien](#)

Byggforsk. 2021. *Fuktsikkerhet. Viktige kontrollpunkter ved prosjektering og utførelse*. Hentet 14.02.23 fra: [474.511 Fuktsikkerhet. Viktige kontrollpunkter ved prosjektering og utførelse - Byggforskserien](#)

Bygg og bevar. 2022. *Slik sparer du strøm*. Hentet 06.05.23 fra: [Byggogbevar - Slik sparer du strøm](#)

Comfort. u.å. *Inspirasjon og råd. Hvorfor er det viktig med befarings?* Hentet 17.04.23 fra: [Befaring – hvorfor trenger du egentlig det? | Comfort | Comfort](#)

Design og arkitektur Norge. u.å. *Metoder. Befaring*. Hentet 17.04.23 fra: [Befaring | DOGA](#)

Direktoratet for byggkvalitet. 2011. *Byggteknisk forskrift (TEK10)*. Hentet 20.04.23 fra: [Dibk - Byggteknisk forskrift \(TEK10\)](#).

Direktoratet for byggkvalitet. 2017. *Dette er energikravene i byggt teknisk forskrift*. Hentet 16.04.23 fra: [Dibk - Dette er energikravene i byggt teknisk forskrift](#)

Direktoratet for byggkvalitet. 2017. *De mest sentrale endringene fra TEK10 til TEK17*. Hentet 19.04.23 fra: [Dibk - Fra TEK10 til TEK17](#)

Direktoratet for byggkvalitet. 2018. *Hva sier energimerket om boligen din?* Hentet 21.04.23 fra: [Dibk - Energimerke](#) (Fig)

Direktoratet for byggkvalitet. 2020. *Byggt teknisk forskrift (TEK17) Kapittel 14. Energi: §14-2. Krav til energieffektivitet*. Hentet 19.05.2023 fra: [DIBK - TEK 17, §14-2](#)

Enova. u.å. *Etterisolering*. Hentet 15.05.23 fra: [Etterisolering | Energiltak | Oppgradere huset | Enova](#)

Enova. u.å. *Hjelp til deg som skal kjøpe isolasjon*. Hentet 15.02.23 fra: [Enova - Isolasjon](#)

Enova, u.å. *Hjelp til deg som skal kjøpe energieffektive vinduer*. Hentet 18.02.23 fra: [Enova - Energieffektive vinduer](#)

Enova. u.å. (4). *Standarder innenfor energiledelse*. Hentet 16.05.23 fra: [Standarder innenfor energiledelse | Enova Kunnskap](#)

Enova, 2016. *Balansert ventilasjon*. Hentet 18.05.23 fra: [Enova - Balansert ventilasjon](#)

Exhausto. u.å. *Prosjektering. Styringsprinsipper*. Hentet 21.05.23 fra: [CAV, VAV og DCV - prinsipper for behovsstyring av luftmengde \(exhausto.no\)](#)

Fangen, K. 2022. *De nasjonale forskningsetiske komiteene. Kvalitativ metode*. Hentet fra: [Kvalitativ metode | Forskningsetikk](#)

FN-sambandet. 2023. *Stoppe klimaendringene*. Om FN. FN's bærekraftspl. Hentet 16.05.23 fra: [Stoppe klimaendringene \(fn.no\)](#)

Fufa, S.M., Flyen, C., Venås, C. 2020. *Grønt er ikke bare en farge: Bærekraftige bygninger finnes allerede*. SINTEF akademiske forlag. Hentet 19.05.23 fra: [Grønt er ikke bare en farge: Bærekraftige bygninger eksisterer allerede SINTEF Bokhandel](#)

Fuktstopper. u.å. *Fuktproblemer for kjellere i eldre hus*. Hentet 18.05.23 fra: [Fuktproblemer for kjellere i eldre hus — Fuktstopper](#)

Grønmo, S. 2020. Store norske leksikon. *Bias i forskning*. Hentet fra: [bias i forskning – Store norske leksikon \(snl.no\)](#)

Grønmo, S. 2023. (1). Store norske leksikon. *Forskningsmetode*. Hentet fra: [Forskningsmetode – Store norske leksikon \(snl.no\)](#).

Grønmo, S. 2023. (2). Store norske leksikon. *Kvalitativ metode*. hentet fra: [kvalitativ metode – Store norske leksikon \(snl.no\)](#)

Grønn Byggallianse. u.å. *Ombruk i byggeprosjekter*. Hentet 19.05.23 fra: [Ombruk i byggeprosjekter – Grønn byggallianse \(byggalliansen.no\)](#)

GlenDimplex. 2023. *Hvor stor panelovn trenger jeg?* Hentet fra: [GlenDimplex - Hvor stor panelovn trenger jeg \(glendimplex.no\)](#)

Heshmat, S. 2015. *What Is Confirmation Bias?* Psychology Today. Hentet fra: [What Is Confirmation Bias? | Psychology Today](#)

Høgskulen på Vestlandet. 2022. *Lekkasjetall*. Hentet 15.02.23 fra: [HVL - Canvas, Lekkasjetall](#)

Helse Fonna HF.u.å. *Forvaltningsplan for bygnummer 9901352 hovedbygg Jonatunet*. Upublisert

Isoenergi AS. 2020. *Etterisolering*. Etterisolering med blåseisolasjon. Hentet 16.05.23 fra: [Etterisolering - Isoenergi AS](#)

Kornell, N., Hays, M.J., & Bjork, R. A. 2007. Failed tests can enhance learning. In *Poster presented at the 48th annual meeting of Psychonomic Society, Long Beach, CA*. Hentet fra: [handoutKornell.etal.pnomics.2007.ppt \(hayslab.com\)](#)

Kommunesøk. u.å, *Søk i kulturminner*, Hentet 17.05.23 fra: [Kulturminnesøk - Søk i kulturminner](#)

Kommunesøk, u.å. *Ord og begrep*. Hentet 17.05.23 fra: [Kulturminnesøk - Ord og begreper](#).

Kommunesøk, 2023. *Fredet - vernet - verneverdig*. Hentet 17.05.23 fra: [Kulturminnesøk - Verneverdig](#)

Le Compte, M.D., Goetz, J.P. 1982. *Problems of reliability and validity in ethnographic research*. Review of Educational Research, Vol 52, No. 1. Hentet fra: [Problems of Reliability and Validity in Ethnographic Research - Margaret D. LeCompte, Judith Preissle Goetz, 1982 \(sagepub.com\)](#)

Lovdata. 2017. *Forskriften om tekniske krav til byggverk*. Hentet 18.04.23 fra: [Lovdata - TEK](#)

Lovdata. 2017. *Forskriften om tekniske krav til byggverk*. Hentet 21.04.23 fra: [Lovdata - Energiltak \(fig\)](#)

Lyng. A. 2023. *Canvas, skrive bacheloroppgave*. Hentet 19.05.23 fra: [Canvas - Skrive bacheloroppgave](#)

Miljødirektoratet. 2019. *Energieffektivisering og -omlegging i eksisterende bygg*. Hentet fra: [Energieffektivisering og -omlegging i eksisterende bygg - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](#)

Multiconsult. 2023. *Mulighetsstudie og tidligfase*. Hentet fra: [Mulighetsstudie og tidligfase - Multiconsult](#)

Nitter, K. 2020. SINTEF. *De mest bærekraftige byggene finnes allerede*. Hentet 18.05.23 fra: [De mest bærekraftige byggene finnes allerede - SINTEF](#)

NorgesEnergi. 2023. *Strømpriser. Historiske strømpriser*. hentet 16.05.23 fra: [Historiske strømpriser - se gjennomsnittspris | NorgesEnergi](#)

NOU 2019:5. 2019. *Ny forvaltningslov - Lov om saksbehandlingen i offentlig forvaltning (forvaltningsloven)*. Justis- og beredskapsdepartementet. Hentet fra: [NOU 2019: 5 - regjeringen.no](#)

NVE. 2023. Energi. Energisystemet. *Energieffektivisering*. Hentet fra: [Energieffektivisering - NVE](#)

NRK, 2021. *Så lang tid tar det før solcellene på taket ditt blir lønnsomme*. Hentet 18.05.23 fra: [NRK - Solceller](#)

Norsk vassdrags- og energidirektorat, 2023. *Plusskunder*. Hentet 20.05.23 fra: [NVE - Plusskunder](#)

Regjeringen. Meld. St. 40 (2020-2021). *Mål med mening - Norges handlingsplan dor å nå bærekraftsmålene innen 2023*. Hentet 16.05.23 fra: [Meld. St. 40 \(2020–2021\) - regjeringen.no](#)

Regjeringen. 2022. *Styrker innsatsen for økt energieffektivisering*. Hentet fra: [Styrker innsatsen for økt energieffektivisering - regjeringen.no](#)

Regjeringen. 2022 (2). *Miljøvennlige boliger og bygg*. Hentet fra: [Miljøvennlige boliger og bygg - regjeringen.no](#)

Riksantikvaren. u.å. *Råd om varmepumper i fredede og verneverdige bygninger*. Hentet 04.05.23 fra: [Riksantikvaren - Varmepumpe](#).

Riksantikvaren. u.å (2). *Forskrift om fredningen av statens kulturhistoriske eiendommer*. Kapittel 2  
Fredete eiendommer i Helse- og omsorgsdepartementets landvernsplan.

Riksantikvaren. 2022. *Slik løser du nye krav i gamle bygg og anlegg*. Hentet 18.05.23 fra: [Slik løser du nye krav i gamle bygg og anlegg - Riksantikvaren](#)

Rosvold, K. A. 2019. *Energieffektivisering*. Store norske leksikon. Hentet fra: [energieffektivisering – Store norske leksikon \(snl.no\)](#)

SIMIEN. u.å. *Om oss*. Hentet 20.04.23 fra: [SIMIEN - Om oss](#)

SINTEF. u.å. SINTEF Certification. *Derfor bør du velge byggevarer med dokumentasjon fra SINTEF*. Hentet 19.05.23 fra: [Derfor bør du velge byggevarer med dokumentasjon fra SINTEF SINTEF Certification](#)

SINTEF. 2009. *Etterisolering av bygninger*. Hentet 07.04.23 fra: [Sintef - Etterisolering](#)

SINTEF. 2018. *700.305 Tilstandsanalyse av bygninger og bygningsdeler*. Hentet 21.04.23 fra: [700.305 Tilstandsanalyse av bygninger og bygningsdeler - Byggforskserien](#)

Solcellespesialisten. u.å. *Solkart*. Hentet 18.05.23 fra: [Solcellespesialisten - Solkart](#)

Solenergi. u.å. *Solstrøm*. Hentet 20.05.23 fra: [Solenergi - Solstrøm](#)

Staff, A. 2015. De nasjonale forskningsetiske komiteene. *Bias*. Hentet fra: [Bias | Forskningsetikk](#)

Standard Norge. 2020. *Veiledning til NS 3424:2012 Tilstandsanalyse av byggverk - Innhold og gjennomføring* (NS 3424:2012/G2:2020). [NS 3424:2012/G2:2020 \(hvl.no\)](#)

Standard Norge. 2022. *Dokumentasjon for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling for bygninger og tilhørende uteområder (FDVU-dokumentasjon)* (NS 3456:2022). [NS 3456:2022 \(standard.no\)](#)

Store norske leksikon (SNL). 2022. *Nyklassisisme*. Hentet 21.05.23 fra: [nyklassisisme – Store norske leksikon \(snl.no\)](#)

Thue, J. 2019. *U-verdi*. Hentet 18.04.23 fra: [Snl - U-verdi](#)

Tekna. 2018. *Trykktesting*. Hentet 18.04.23 fra: [Tekna - Trykktesting](#)

Tekna. 2019. *Velg energiltak i fornuftig rekkefølge*. Hentet 12.05.23 fra: [Tekna - Energiltak](#)

Tekna. 2021. *Dette trenger du for å gjøre en energiberegning*. Hentet 17.05.23 fra: [Tekna - Energiberegning](#)

Tekna. 2020. *Når skal du gjøre energiberegninger?* Hentet 17.05.23 fra: [Tekna - Når skal du gjøre energiberegninger?](#)

ungEnergi.no. 2023. *Energieffektivisering | UngEnergi*. Hentet 16.05.23 fra: [Energieffektivisering | UngEnergi](#)

Universitetet i Oslo. u.å. *Kvalitative intervjuer og observasjon*. Hentet 17.04.23 fra: [Kvalitative intervjuer \(uio.no\)](#)