

Johanne Larsen

Økonomisk lønnsomhet av å oppgradere eksisterende bygningsmasse

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning

Veileder: Morten Tor Gjerde

Januar 2024

Johanne Larsen

Økonomisk lønnsomhet av å oppgradere eksisterende bygningssmasse

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning
Veileder: Morten Tor Gjerde
Januar 2024

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for arkitektur og design
Institutt for arkitektur og planlegging



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne masteroppgaven er min avsluttende oppgave ved det to-årige masterstudiet Eiendomsutvikling og -forvaltning ved Norges Teknisk Naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Masteroppgavens offisielle oppstart var 15. januar, og ble avsluttet 20. juni. Forskningen har sitt opphav i min bærende interesse for sammenhengen mellom økonomisk lønnsomhet og bærekraft.

I dialog med ulike aktører i bransjen foreligger det i dag en økonomisk bekymring om vedtatte EU-krav innen energioppgradering av bygg. I tråd med dette, vil oppgavens fundament omfavne kravenes økonomiske virkninger i bransjen, samt aktørers holdninger til dem.

Forskningen har vært svært interessant, givende og utfordrende. Med hensyn til forskningens aktuelle tematikk i bransjen, har det vært et stort engasjement i forskningen. Likevel har det det bydd på utfordringer innen den ukjente fremgangsmåten for forskningen, samt mangel på kunnskap vedrørende gitte temaer for både meg og informantene. Det har derfor vært svært lærerikt å fordype seg inn i tilhørende fagfelt.

Forskningsarbeidet har forberedt meg på arbeidslivet, da fagområdene er dagsaktuelle og etterspurte. Dette har vært skapt en motivasjon til å utføre en grundig forskning med flere perspektiver og tilnærminger.

En stor takk rettes til veileder Morten Tor Gjerde for gode råd, tilbakemeldinger og sparring. I tillegg ønsker jeg å takke alle informantene som har avsatt tid, og bidratt med gode innspill. Uten disse hadde ikke forskningen blitt den samme. Spesielt takk til sivilingeniør fra Glava og prosjektleder for Værste AS for bistand med case-studien.

Jeg håper oppgaven gir indikasjoner og kunnskap vedrørende bransjens kommende fremtid.

God lesning.

Johanne Larsen

Trondheim, 2024

Sammendrag

Formålet med masteroppgaven er å kartlegge om det er økonomisk lønnsomt å oppgradere eksisterende bygningsmasse, igjennom en kost-nytte-analyse. Oppgaven har sitt opphav i nylige innførte krav fra EU innenfor Energidirektivet (EPBD), som omfavner en omfattende energioptimalisering av bygg.

Hovedfokuset i oppgaven er å finne merkostnaden av å oppgradere til energiklasse A i forhold energiklasse C, med en case-studie av Maskinhallen i Fredrikstad som utgangspunkt. Med hensyn til dets omfang og variabler er vindu og isolasjon av fasade, gulv og tak komponenter som medregnes i forskningen. Parallelt forskes det på om betalingsvilligheten for energioptimalisering ligger til grunn.

Problemstillingen og forskningsspørsmålene er blitt analysert gjennom kvantitativ og kvalitativ forskning, hvor det er bevist at det kan være økonomisk gunstig på sikt å oppgradere eksisterende bygningsmasse. Lønnsomheten bunner i besparelser i energiforbruk og økte leiekostnader. Likevel er dette i et perspektiv innenfor isolasjon og vindu, og mangler i en helhetlig tilnærming.

Energioptimalisering kan påvirke leietakerens betalingsvillighet, hvor større leietakere verdsetter energiklasse A grunnet lavere strømkostnader og grønn profil, mens mindre selskaper fokuserer mer på pris. Leietakere er generelt villige til å betale ekstra for energieffektive bygg dersom de økonomiske fordelene kan dokumenteres.

EPBD innebærer positive tiltak for å redusere klimagassutslipp og øke miljømessig bærekraft, men også betydelige kostnader og utfordringer på grunn av vage krav, høye kostnader for gjennomføring og manglende eller korte tidsrammer. For å møte disse utfordringene er det essensielt med spesifikke retningslinjer og strategier.

Bransjen ser på EPBD som en mulighet for innovasjon og økt etterspørsel etter energieffektive bygg, men det kreves økonomiske støtteordninger for å gjøre investeringene attraktive. Aktørene anerkjenner miljøfordelene ved energieffektive bygg, men er bekymret for kunnskapsmangel, høye kortsiktige kostnader, risiko for ineffektive løsninger, og utfordringer med tidsperspektivet for målsettingene.

Abstract

The purpose of this master's thesis is to assess the economic viability of upgrading existing buildings, through a cost-benefit analysis. The thesis is motivated by recently introduced EU requirements within the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), which encompasses extensive energy optimization in buildings.

The main focus of the thesis is to determine the additional cost of upgrading to energy class A compared to energy class C, using a case study of the Maskinhallen in Fredrikstad. Considering its scope and variables, components such as windows and insulation of the facade, floor, and roof are included in the research. Concurrently, the research investigates whether there is a willingness to pay for energy optimization.

The research questions have been analyzed through both quantitative and qualitative methods, demonstrating that upgrading existing buildings can be economically beneficial in the long term. However, this is limited to perspectives on insulation and windows and lacks a holistic approach. The profitability stems from energy consumption savings and increased rental income.

Energy optimization can influence tenants' willingness to pay, with larger tenants valuing energy class A for lower electricity costs and a green profile, while smaller companies focus more on price. Tenants are generally willing to pay extra for energy-efficient buildings if the economic benefits can be documented.

The EPBD includes positive measures to reduce greenhouse gas emissions and increase environmental sustainability, but also significant costs and challenges due to vague requirements, high implementation costs, and lack of time frames. To address these challenges, specific guidelines and strategies are essential.

The industry views the EPBD as an opportunity for innovation and increased demand for energy-efficient buildings, but economic support schemes are necessary to make the investments attractive. Stakeholders recognize the environmental benefits of energy-efficient buildings but are concerned about high short-term costs, the risk of ineffective solutions, and challenges with the timeline for achieving goals.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	<i>Bakgrunn.....</i>	1
1.2	<i>Problemstilling og forskningsspørsmål.....</i>	2
1.3	<i>Avgrensninger</i>	3
2	Litteratur og teori	5
2.1	<i>EPBD</i>	5
2.2	<i>Landets minstekrav innen energi.....</i>	8
2.3	<i>Livsløp og livsløpsvurdering.....</i>	15
2.4	<i>Oppgradering av eksisterende bygningsmasse</i>	16
2.5	<i>Isolasjon</i>	20
2.6	<i>Lekkasjetall.....</i>	22
2.7	<i>Økonomisk lønnsomhet innen eiendom</i>	22
2.8	<i>Oppsummering.....</i>	24
3	Metode.....	25
3.1	<i>Case-studie.....</i>	25
3.2	<i>Blandede metoder.....</i>	27
3.3	<i>Forskningsprosessen</i>	39
3.4	<i>Analyse</i>	42
4	Resultat	44
4.1	<i>Differanse mellom energiklasse A og C</i>	44
4.2	<i>Kostnad.....</i>	52
4.3	<i>Betalingsvillighet</i>	61
4.4	<i>Informantenes tanker.....</i>	63
4.5	<i>Oppsummering.....</i>	73
5	Diskusjon	74
5.1	<i>Hva er de økonomiske forskjellene mellom å oppgradere til energiklasse A i forhold til energiklasse C i eksisterende bygningsmasse?</i>	74

5.2	<i>Hvordan påvirker energioptimalisering av bygg leietakerens betalingsvillighet? ..</i>	78
5.3	<i>Hvilke konsekvenser medfører EU-direktivets krav? ..</i>	79
5.4	<i>Hva er bransjens perspektiv og holdninger til EPBD?.....</i>	82
6	Konklusjon	90
6.1	<i>Egne refleksjoner</i>	90
7	Referanser	94
8	Vedlegg	102

Figurliste

Figur 1. Fem av EPBD sine tiltak (European Commission, 2024a).....	6
Figur 2. Energibegreper. Egenprodusert illustrasjon, bearbeidet fra (Boharfa, 2017, s. 3).....	11
Figur 3. Klimagassutslipp for bygg og anleggssektoren, hentet fra Larsen et al. (2023, s. 11).....	17
Figur 4. Skjæringspunkt mellom referansebygg, ZEB bygg og bygg etter rehabilitering. Figur hentet fra Fufa et al. (2020, s. 27).	18
Figur 5. Vedlikehold i byggets livssyklus, hentet fra Bjørnberg (2009).	19
Figur 6. Isolasjonstyper. Selvprodusert illustrasjon bearbeidet fra Vetlejord (2019)...	20
Figur 7. 4Q modell, hentet fra DiPasquale & Wheaton (1995, s. 12)	24
Figur 8. Fremstilling av forskningens metodiske tilnærming. Selvprodusert illustrasjon	25
Figur 9. Utringet i blått er Værste-området og i rødt Fredrikstad sentrum. Maskinhallen er markert i grønt. Hentet fra Kommunekart (2024).	26
Figur 10. Forslag til Maskinhallen sin inndeling. Tegning mottatt fra arkitekt (personlig kommunikasjon, 13. mars 2023).....	27
Figur 11. Snøballmetodens praktiske tilnærming. Selvprodusert illustrasjon. 29	
Figur 12. Eksempel på søkeprosess. Selvprodusert illustrasjon.	32
Figur 13. Oversikt over intervjuene. Selvprodusert illustrasjon.	33
Figur 14. Forskningens iterative fremgang. Selvprodusert illustrasjon bearbeidet fra Eisenhardt (1989, s. 533).	40
Figur 15. Kost-nytte-analysens tre hovedtilnærminger. Selvprodusert illustrasjon.	44
Figur 16. Typiske u-verdier for Fredrikstad-området. Selvprodusert illustrasjon, med data mottatt fra forskningsrådgiver 3 (personlig kommunikasjon, 19. 04. 2024).....	45
Figur 17. Fasadetegning Maskinhallens. Tegning mottatt fra Arkitekt 1 (personlig kommunikasjon, 13. mars 2023).....	48
Figur 18. Årlig og månedlig differanse i energikost. Selvprodusert illustrasjon.	57
Figur 19. Nullpunktsgraf. Selvprodusert graf.	58
Figur 20. Nullpunktsgraf. Selvprodusert graf.	59
Figur 21. Enighet vedrørende kost-nytte-analysens tre tilnærminger. Selvprodusert illustrasjon.	64
Figur 22. Besparelser i drift og leieinntekt for energiklasse A og C. Selvprodusert illustrasjon.	74
Figur 23. Ulike scenarioer for leiepris og strømkostnader for energiklasse A. Selvprodusert illustrasjon.....	75
Figur 24. Mulig sammenheng innen betalingsvillighet i mindre byer. Selvprodusert illustrasjon.	78

Tabell-liste

Tabell 1. Dagens praksis gitt av (Enova, 2024).....	9
Tabell 2. Forskjell mellom passivhus og TEK17. U-verdier hentet fra (Dibk, 2018; Standard Norge, 2012, s. 10-18)	14
Tabell 3. CO ₂ -utslipp i byggets faser. Tabell hentet fra Larsen et al. (2023, s. 37).....	15
Tabell 4. Oversikt over informanter med tilhørende benevning, arbeidssted og arbeidstittel.....	30
Tabell 6. Oversikt over koder.....	42
Tabell 7. Tekniske detaljer Maskinhallen.....	46
Tabell 8. U-verdier og besparelser Maskinhallen for energiklasse A. Informasjon mottatt fra forskningsrådgiver 1(Personlig kommunikasjon, 17. april 2024).....	49
Tabell 9. U-verdier og besparelser Maskinhallen for energiklasse C. Informasjon mottatt fra forskningsrådgiver 1 (Personlig kommunikasjon, 17. april 2024).....	50
Tabell 10. Sammenligning av synspunkt fra eiendomsbesitter 1 og forskningsrådgiver 1. Informasjon mottatt fra eiendomsbesitter 1 (personlig kommunikasjon, 13. juni 2023) og forskningsrådgiver (personlig kommunikasjon, 17. april 2024).	51
Tabell 11. Forskjell på besparelse kWh per kvm i prosent. Informasjon mottatt fra forskningsrådgiver 1 (personlig kommunikasjon, 17. april 2024).	52
Tabell 12. Prisestimat for begge energiklasser. Informasjon mottatt fra forskningsrådgiver 1 (personlig kommunikasjon, 17. april 2024).	52
Tabell 13. Innhentet priser fra Norsk prisbok (2024).....	53
Tabell 14. Innhentet priser fra Norsk prisbok (2024).....	53
Tabell 15. Scenario med tre-lags vindu. Prisestimater hentet fra Norsk prisbok (2024).	54
Tabell 16. Scenario med like prisestimater for tak. Estimat innhentet Norsk prisbok (2024).....	54
Tabell 17. Differanse mellom elementpriser i energiklasse A og C, hentet fra Norsk prisbok (2024).....	54
Tabell 18. Elementkostnader Maskinhallens BTA. Priser innhentet fra Norsk prisbok (2024).....	55
Tabell 19. Driftskostnader for elementer. Prisestimater hentet fra Norsk prisbok (2024).	56
Tabell 20. Nedbetalingsoversikt. Priser innhentet fra Norsk prisbok (2024).	58
Tabell 21. Nedbetalingsoversikt. Priser innhentet fra Norsk prisbok (2024).	59
Tabell 22. Scenario med strømpris på 0,5 kr kWh for energiklasse A.	60
Tabell 23. Scenario strømpris 0,5 kr kWh for energiklasse C.	60
Tabell 24. Scenario strømpris 1,5 kr kWh for energiklasse A.	60
Tabell 25. Scenario strømpris 1,5 kr kWh for energiklasse C.	61

Begrepsliste

I rapporten brukes lignende begreper i ulik kontekst. Nedenfor forklares begrepene mot oppgavens kontekst.

Aktør – i denne forskningens er dette en fellesbetegnelse på byggherre og eiendomsbesitter.

Byggherre – aktør som får et byggeprosjekt utført (Arbeidstilsynet, 2020)

Eiendomsbesitter – omtalt ord i bransjen for eier av tomt og/eller eiendom

Informanter – i denne forskningen er dette en fellesbetegnelse på alle involverte i forskningen.

Rehabiliteringsprosjekt – prosjekter av omfattende grad med flere års varighet, hvor store inngrep eller endringer skjer (Riksantikvaren, 2024) Rehabiliteringsprosjekter og transformasjonsprosjekter er derav av rimelig lik betydning, hvor funksjonsendringen er differansen.

Transformasjonsprosjekt – prosjekt hvor bruken av arealet endres, og får en ny funksjon (Kommunal-og distriktsdepartementet, 2024).

Yrkesbygg – bygg som enten er privat eller offentlig eid, som brukes til annet enn boligformål (NEF, 2018).

1 Innledning

I Europa er bygg den største energiforbrukeren, og utgjorde 42% av energiforbruket i 2021 (European Commission, 2024-a). Dette fordi fossilt brensel brukes til oppvarming av bygg i stor grad. Samme år sto bygg- og anleggsbransjen (BAE) for 33% av energirelaterte klimagassutslipp tilknyttet energiforbruk i bygg (European Commission, 2023).

I dag er det derfor et kollektivt samfunnsansvar å bidra til å redusere forbruk og utslipp, både internasjonalt og nasjonalt. I tråd med dette har EU utarbeidet Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), også kalt Energidirektivet. EPBD er utarbeidet i formål om å innføre konkrete forbedringstiltak innen energieffektivitet i BAE (European Commission, 2024a).

Direktivet danner grunnlaget for masteroppgaven, hvor tematikken i det følgende kapittel vil bli presentert nærmere, sammen med problemstilling og avgrensninger.

1.1 Bakgrunn

85% av EU sine bygninger ble bygget før år 2000, hvorav rundt 36% er over 50 år gamle (European Commission, 2023; Størbu, 2024). 75% av disse bygningene har også dårlig energiytelse. Til tross for de høye tallene, er den årlige gjennomsnittlige energirenoveringsgraden på omlag 1% i både EU og Norge (European Commission, 2023; Fufa et al., 2020, s. 4). Dette setter fokus på behovet for en omfattende innsats for å forbedre energieffektiviteten i EU sin bygningsmasse.

Nasjonalt har bygg- og anleggsbransjen en betydelig innvirkning på klimaet, hvorav BAE er kjent som "40%-næringen" (Byggalliansen, 2024). Navnet er tildelt grunnet dets store forbruk av både energi og materialressurser, som hver utgjør 40%. Imidlertid er situasjonen særegen i Norge, grunnet 90% av byggene er driftet og oppvarmet med fornybar energi (Byggalliansen, 2024.; Distriktsdepartementet, 2023). Elektrisitetsproduksjonen i landet er om lag utslippsfritt, noe som gjør at energibruk i BAE utgjør kun 1-2% av de totale nasjonale klimagassutslippene.

På den annen side påvirker byggsektoren klimaet indirekte gjennom utslipp fra både materialproduksjon og transport (Byggalliansen, 2024). Når de indirekte sektorene inkluderes, viser det seg at 40% av landets materialressurser brukes til bygg, og 40% av energibruk går til drift av bygninger. Samlet sett står dette for 16% av Norges totale klimagassutslipp og 50% av utslippene gjennom hele byggets levetid. Derfor har BAE det største potensialet for å erstatte fossil energibruk med elektrisitet (Holmefjord, 2019). Ifølge Byggalliansen (2024) har grønne bygg og anlegg kapasiteten til å kutte omlag like store utslipp som hele den fossile bilparken i landet, som tilsvarer 2,3 millioner biler.

Tallene understreker viktigheten av å ta grep i BAE for å oppfylle internasjonale og nasjonale mål innen energi og miljø. EU har i den forbindelse utarbeidet «direktivet for bygningers energiytelse» (EPBD). Direktivets mål er å sikre at bygningsmassen blir svært energieffektiv og avkarbonisert innen år 2050. Det søker også å skape et stabilt miljø for investeringsbeslutninger, gi forbrukere og bedrifter muligheten til å ta mer informerte valg for å spare energi og penger, samt sikre en transparent gjennomføring med kvalitetssikring og kontroller (European Commission, 2024a).

1.1.1 Oppgavens formål

I tråd med at det i dag er en stor andel av bygg som er bygget før 2000 og som er over 50 år gamle, vil det være betydningsfullt å ha fokus på energieffektivisering i eksisterende bygningsmasse i forskningen.

Dokka et al. (2009, s. 7-8) hevder at energieffektivisering et viktig bidrag for at Norge kan frembringe bærekraftige systemer innen energi som møter krav fra EPBD. I den sammenheng påpeker IEA (2021) at det innen 2030 må skje en energieffektivisering som tilsvarer 54% av klimagassreduksjon for å nå togradersmålet (Dokka et al., 2009, s. 21). Sistnevnte omfavner å begrense temperaturstigningen to grader fra år 1850 til 2100 på jorden (Danbolt, 2024).

Energieffektivisering anses dog å være det letteste og rimeligste tiltaket innen bygg (Kesicki & Ekins, 2012, s. 7), i tillegg til at det gir størst og raskest klimagassreduksjon (IEA, 2021; IPCC, 2022). Til tross for dette blir mange tiltak fortsatt ikke gjennomført (Dokka et al., 2009, s. 9), da det ikke er gitt at oppgradering av eksisterende bygningsmasse er lønnsomt økonomisk (Bøhn, 2021, s. 13), til tross for Kesicki & Ekins (2012, s. 7) sine påstander. Dette grunnet byggeprosjekt sine variabler innen materialer, lokasjon, størrelse og markedsforhold (Bøhn, 2021, s. 13).

Med EPBD som fundament, vil det i forskningen gjennomføres en kost-nytte-analyse av å oppgradere eksisterende bygningsmasse til energiklasse C og til energiklasse A. Dette for å få indikasjoner på lønnsomheten og nytteverdien av tiltakene EPBD medfører. For å sette analysen i en kontekst, vil det gjennomføres en case-studie av et kommende transformasjonsprosjekt, nærmere beskrevet i punkt 3.1.1.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Det er belyst en økonomisk bekymring ved innføring av kravene i EPBD i mediene (Holst, 2024; Nilsen, 2024; NTB, 2024; Størbu, 2024). Bekymringen omfavner deriblant økonomisk konsekvenser knyttet til oppgradering av energieffektivitet i eksisterende bygningsmasse. Sentralt er spørsmålet om EU og nasjonale myndigheter kan sette krav som ikke er lønnsomme. I tråd med den dagsaktuelle samfunnsbekymringen, vil den overordnede problemstillingen for masteroppgaven være:

Er det økonomisk gunstig å oppgradere energieffektiviteten i eksisterende bygningsmasse?

Det finnes imidlertid ulike bygningstyper med ulike reguleringer, forskrifter og krav til energi og energiklasser (Dibk, 2020). Energiklassen vil være hensiktsmessig å ha et fokus på, og er mer utdypet i delkapittel 2.3. Grunnet masteroppgavens case-studie vil problemstillingen snevres til næringseiendom, derav utleid kontorvirksomhet med areal på cirka 2000 kvm.

For å belyse og besvare problemstillingen vil oppgaven utforske undertemaer som videre benevnes som forskningsspørsmål. Første forskningsspørsmål vil omfavne kostnadsdelen i kost-nytte-analysen:

Hva er de økonomiske forskjellene mellom å oppgradere kontorareal til energiklasse A i forhold til energiklasse C i eksisterende bygningsmasse?

Overstående forskningsspørsmål omfavner utallige variabler basert på byggets kontekst, klima, geometri, arkitektur, standard med mer. I et bygg vil det også være ulikt materiell, bygningsdeler og -komponenter. For å avgrense forskningen til et reelt omfang, vil det være et hovedfokus på oppgradering av isolasjon og vindu for å nå energiklasse A og energiklasse C ved gitt case. Dette fordi isolasjon og vindu egner seg godt å rehabilitere, og er store kostnadsdrivere i et byggeprosjekt (Bøhn, 2021, s. 8; Konstantinou & Knaack, 2011; Nemry et al., 2010). Spesielt vil det analyseres hvilke krav som stilles til hver energiklasse, og hvilke kostnader og potensielle besparelser som skiller oppgraderingene.

For å se nærmere på nytteverdien av analysen vil andre forskningsspørsmål ta for seg betalingsvilligheten for energioppgraderinger:

Hvordan påvirker energioptimalisering av bygg leietakerens betalingsvillighet?

Dette forskningsspørsmålet tar for seg om det er villighet til å betale mer for å leie energieffektive bygg, da i forhold til om det er verdt å oppgradere til en høyere energiklasse for eiendomsbesitter. Her vil det forskes på forskjellen mellom betalingsvilligheten av energiklasse A og energiklasse C i kontorbygg generelt i markedet, og ikke kun knyttet til case-studien.

Tredje forskningsspørsmål vil i en kombinasjon omfavne både nyttegraden og kostnadsaspektet;

Hvilke konsekvenser medfører EU-direktivets krav om oppgraderinger av energiklasser i Norge?

Noen av ringvirkningene som EPBD gir samfunnet, aktører og leietakere vil bli belyst i det ovennevnte spørsmålene. Fordeler og ulemper ved EPBD vurderes, sammen med en analyse av kostnadene i henhold til konsekvensene dette kan ha for både eiendomsbesittere og leietakere. Følgende forskningsspørsmål har derfor som formål å samle kost-nytte-analysen.

Til slutt vil siste forskningsspørsmål være et utdypende svar på tredje forskningsspørsmål, derav fra bransjens perspektiv;

Hva er bransjens perspektiv og holdninger til EPBD?

Dette spørsmålet omfatter en utforskning av hvordan informantene i forskningen, derav eiendomsbesittere, næringsmeglere og rådgivere, vurderer de økonomiske aspektene ved oppgradering av eksisterende bygningsmasse. Dette for å få et reelt innblikk i mulige konsekvenser av EPBD.

Problemstilling med tilhørende forskningsspørsmål vil heretter bli kalt kun problemstilling, frem til oppgavens diskusjonsdel, med hensyn til forskningsspørsmålenes sammenheng.

1.3 Avgrensninger

Masteroppgaven er satt opp etter IMRoD som er forkortelse for Introduksjon, Metode, Resultat og Diskusjon (NTNU, 2024). Dette oppsettet er vanlig for deriblant masteroppgaver, og tar først for seg introduksjon som skal innlede leseren om

kommende forskning. Deretter fremlegges et teoretisk kapittel som gir leseren relevant faglig fundament av eksisterende litteratur og teori for videre lesing. Videre legges forskningens metode til grunn, derav fremgangsmåte med teoretisk forankring. Resultatet presenterer funnene av metoden, og diskusjonen drøfter dem. Avslutningsvis kommer en konklusjon med refleksjon og anbefaling om videre forskning.

Masteroppgaven fokuserer deriblant på beregning av kostnadene knyttet til case-studiens transformasjonsprosjekt. Likevel er skatter, inflasjon, arbeidskostnader, nåverdi, MVA og andre avgifter ikke inkludert i kostnadsvurderingene. Materiell og utstyr som må brukes i sammenheng med isolasjon og vindu er heller ikke inkludert. Kostnadsrammen tar kun for seg investeringskostnad og driftskostnader. Dette fordi oppgavens formål er å gi indikasjoner som resultater, og derav ikke en fasit. Dette bunner i byggeprosjekters kompleksitet og variabler.

I henhold til leieinntekter er dagens priser lagt til grunn. Dette fordi markedsprisen er variabel med hensyn til samfunnssituasjoner som krig, renter og inflasjon.

Oppgaven inneholder bygningsteknisk informasjon som er nødvendig for oppgradering av isolasjon og vinduer. Det vil imidlertid ikke legges vekt på detaljerte tekniske forklaringer og økonomiske beregninger av byggetekniske komponenter som faller utenfor problemstillingens rammer, eksempelvis lekkasjetall. Økonomiske indikasjoner knyttet til isolasjon og vinduer, samt nytteverdien av betalingsvillighet, vil være faktorer av høyere prioritering og utdypning.

2 Litteratur og teori

I tilhørende kapittel blir relevant litteratur og teori for problemstillingen presentert. I tillegg blir kunnskapshull i eksisterende forskning identifisert.

Først vil EPBD presenteres, og videre vil dagens krav innen tekniske forskrifter og energiklasser gjennomgås. Deretter vil livsløp og litteratur om oppgradering av eksisterende bygningsmasse fremlegges, samt økonomisk lønnsomhet i eiendomsbransjen. Avslutningsvis vil fakta om isolasjon legges til grunn.

2.1 EPBD

EPBD er utformet av Europaparlamentet og Rådet for Den europeiske union (EU), og fastsatt av EU-institusjonene (European Commission, 2023). Sistnevnte arbeider sammen med å utforme og vedta lover for medlemslandene.

Når EU vedtar direktiv, må medlemslandene oppnå målene som er fastsatt i vedtaket (European Commission, 2024a). Likevel er det opp til medlemslandene å legge en strategi for hvordan målene skal oppnås. Dette skyldes det varierende klimaet og konteksten mellom landene. Direktivet kan derfor anses som en ramme for handlinger og nasjonal lovgivning, som skal oppfylles innen angitt frist.

I en lang periode er det blitt forhandlet forslag til nytt bygningsdirektiv (Aasland, 2024). 15. desember 2021 ble det fremlagt forslag til nytt direktiv fra Europakommisjonen, og 14. desember 2023 ble det oppnådd enighet mellom Rådet og Parlamentet. Etter formell vedtakelse av Europaparlamentet og Rådet (European Commission, 2023) ble forslagene for EPBD vedtatt 14. april 2024 (Ask, 2024), og trådte i kraft 28. mai 2024 (European Commission, 2024a).

Det er Energidepartementet som i Norge har ansvaret for EPBD. Regelverket forventes å behandles parallelt med nasjonale tiltak fra regjeringen vedrørende energieffektivisering i bygg (Størbu, 2024). Dette i henhold til regjeringens handlingsplan, hvor det er varslet om å spare 10 terawattimer (TWh) strøm i bygg frem mot 2030 sammenlignet med 2015 (Energidepartementet & Klima- og miljødepartementet, 2023).

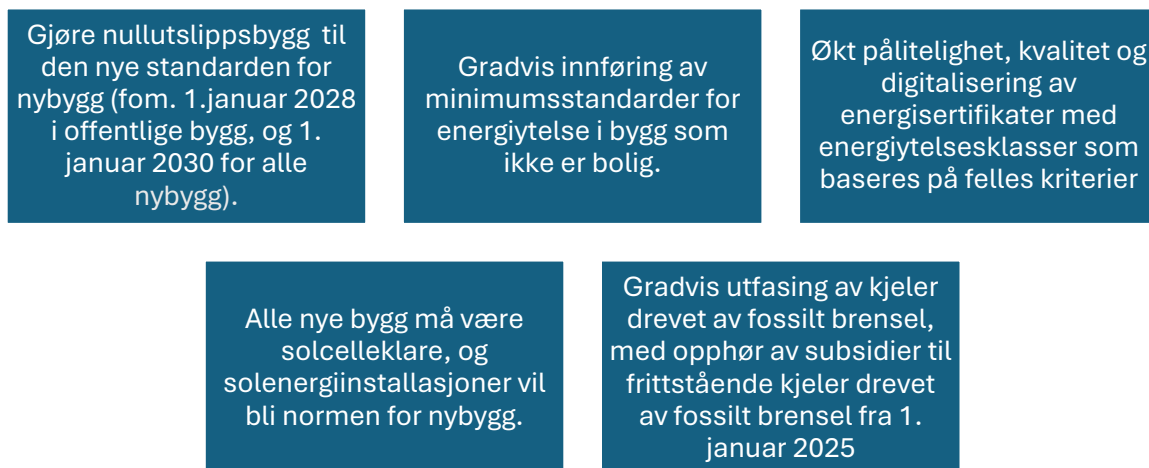
Formålet med EPBD er å redusere utslipp og energibruk i bygninger ytterligere i hele EU (European Commission, 2023), for å redusere miljøpåvirkningen av bygningers livssyklus (Giama et al., 2021). Direktivet har som mål å redusere utslippene i byggesektoren med minst 60 % innen 2030 sammenlignet med nivåene i 2015 (European Commission, 2020). Videre fremheves det at innen 2050 skal alle bygg være netto nullutslippsbygg. Det skal foreligge beregninger av karbonutslipp gjennom hele byggets levetid, og byggene skal kvalifisere til energiklasse A. Definert av European Commission er et nullutslippsbygg:

«En bygning med svært høy energiprestasjon, hvor den svært lave mengden energi som fortsatt kreves, er fullstendig dekket av energi fra fornybare kilder og uten karbonutslipp fra fossile brensler på stedet» (oversatt til norsk) (European Commission, 2024b).

Førland-Larsen et al. (2013) tillegger at dette gjelder i løpet av byggets levetid, ved at overskuddsenergi kompensere for klimagassutslippene fra både bygging og bruk av bygget.

2.1.1 Konkrete krav fra EPBD

I figur 1 illustreres EPBD sine relevante tiltak for problemstillingen.



Figur 1. Fem av EPBD sine tiltak (European Commission, 2024a).

Fra 2020 var alle nybygg i EU pålagt å være Near Zero Emission Buildings (NZEB), som omfavner bygg som behøver «...svært lite levert energi og har meget lavt effektbehov...» (Andresen et al., 2024, s. 3). Nå vil EPBD gjøre NZEB til nullutslippsbygg innen 2030, med mulighet for særskilte dispensasjoner for historiske bygninger og fritidsboliger (European Commission, 2024b).

Tiltakene krever at EU-land legger føringer for langsiktige strategier innenfor renovering, med fokus på kostnadseffektiv rehabilitering av eksisterende bygningsmasse (European Commission, 2024b). EPBD har som mål å styrke renoveringsstrategiene i nasjonale bygningsrenoveringsplaner, hvor kommisjonen overvåker og følger opp EU-landenes fremskritt.

En av vedtakene er gradvis innføring av minimumsstandarder for energiytelse i yrkesbygg (European Commission, 2024a). Dette for å legge til rette for nasjonal oppgradering av bygninger som i dag har lav energiytelse. Dette forslaget møtte stor motstand ved høring, med hensyn til at 15% av de minst effektive bygningene skulle oppgraderes til en minimum energistandard (Ask, 2024). EU ville ha standarden lik for alle medlemslandene, samt EØS. Likevel ble det inngått et kompromiss om at hvert EU-land får sette en referansestandard.

For å øke tillit, standardisere og digitalisere energisertifikater med energiytelsesklasser basert på felles kriterier, vil det bli lagt til rette for datainnsamling og -deling. Dette vil

bidra til å forbedre kunnskapen om bygningsmassen og øke bevisstheten om energiforbruk i bygg, samt informere innbyggere og gjøre finansieringsbeslutninger i hele EU enklere (European Commission, 2024a).

Det skal bli et økt fokus på solenergiteknologi på alle nybygg, og visse eksisterende yrkesbygg hvor det er teknisk, økonomisk og funksjonelt mulig (European Commission, 2024a). I den sammenheng skal det sikres at nye bygninger er egnet til solcelleinstallasjoner.

I Norge er femte tiltak allerede godt innført, med hensyn til at byggene oppvarmes i stor grad av fornybar energi.

2.1.2 Økonomiske konsekvenser

Med hensyn til at EU sine forslag vil føre til større renoveringer som er ressurskrevende, kostbart og tidkrevende, vil finansieringstiltak innføres (European Commission, 2023). I tråd med dette mener Sandberg et al. (2023, s. 31) at det er større hindringer for å implementere omfattende tiltak på eksisterende bygg, og at støttenivåene derfor bør utformes slik at tilbakebetalingstiden er kortere enn for nybygg. Uttalelsen er forankret i deres grundig forskning ved 11 ulike bygningskategorier og tre energinivåer (Sandberg et al., 2023, s. 4).

Støtteordningene fra EU vil særlig gå til sårbare kunder og dårligst presterende bygg (European Commission, 2024a). For å vurdere de dårligst presterende byggene vil NS-EN 17680 benyttes, som gir grunnlag for vurdering av eksisterende bygg sitt potensial for bærekraftig rehabilitering innen deriblant tekniske aspekter, økonomisk gjennomførbarhet og innekvalitet (Standard Norge, 2023). Bærekraftig rehabilitering omfavner derav å oppgradere bygget fra nåværende tilstand til oppfyllelse av EPBD og nasjonale reguleringer.

For næringsbygg vil det bli strengere krav om hurtigheten på renoveringen, som utgjør at tiltak må settes i gang snarest (Ask, 2024). Dette medfører konsekvensen av at leietakere må flytte ut av byggene som må renoveres. EU skal ivareta dette med å legge til rette for «sikringstiltak» for leietakerne. Dette tar også for seg risikoen vedrørende forhøyet husleieøkninger etter renovering, hvor leietakerne skal få støtte (European Commission, 2024a).

2.1.3 EU Taksonomi

EU sin taksonomi for bærekraftig aktivitet er viktig i henhold til oppfølging av EPBD (Distriktsdepartementet, 2023). Dette er et system som klassifiserer og setter krav til rapportering i formål om å hjelpe og veilede investorer, selskaper og finansinstitusjoner til å avgjøre hvilke økonomiske aktiviteter som regnes som bærekraftig (Fiken, 2024).

EU-taksonomien trådte i kraft i Norge 1. januar 2023 (Finansdepartementet, 2024). Fra denne datoen må finans- og bankselskaper, samt børsnoterte foretak med over 500 ansatte, en omsetning på over 40 millioner euro, og en balansesum større enn 20 millioner euro, oppfylle kravene om rapportering. Etterhvert vil det i følge Aaløkken (2024) være gjeldende også for både små og mellomstore bedrifter.

Inntekter som har sitt opphav fra bærekraftige aktiviteter og bærekraftige investeringer må rapporteres (Fiken, 2024). Taksonomien er bestående av en rekke poster som også gjør det enklere å utføre livsløpsanalyser av bygg. Ved inntredelse av EU-taksonomien unngår en derfor forsøk på grønnvasking (Rødeseike, 2021), som omhandler å fremstille et produkt mer miljøvennlig enn det opprinnelig er (Svanemerket, 2024).

For å oppnå kravene fra Taksonomien anbefaler Aaløkken (2024) å gjennomføre energimerking av bygg som ikke er energiklassifisert. Slik kartlegger en også hvordan disse byggene oppnår bedre karakter, som utdypet i punkt 2.3.1.

2.2 Landets minstekrav innen energi

TEK17 er dagens minstekrav innenfor tekniske krav til bygg i Norge som må følges for at et bygg skal bygges lovlig (Dibk, 2017). TEK17 stiller deriblant krav energieffektiviteten i bygg.

I denne sammenheng er energiklassen, også kalt energimerking, essensiell. Dette fordi energiklassen «beskriver hvor energieffektivt bygget er, og hvilke energikilder som er brukt i bygget» (Enova, 2018). Formålet med energimerkingen, også kalt energiklassifisering, er deriblant å gi en indikasjon på energiutgifter vedrørende oppvarming, samt gjøre en oppmerksom vedrørende energiforbruk og valg av energikilder. Det skal gi mer kunnskap, samt øke oppmerksomheten og interessen for å legge til rette for konkrete energieffektiviseringstiltak og omlegging til fornybar energi (Bloch & Svenkerud, 2019, s. 21).

Bygg blir karakterisert igjennom energiklassen hvor TEK17 henviser til NS 3031:2014 - Beregning av bygningers energiytelse (Standard Norge, 2021). Standarden skal gå overens med europeiske standarder, samt tilpasses til norsk kontekst.

Klassifiseringen kan også bidra til en mer nøyaktig verdivurdering av bygg, da både byggeiere, leietakere og andre interessenter skal ha grunnleggende informasjon vedrørende energitilstanden i bygget tilgjengelig (Enova, 2024-b). I henhold til Grønn Byggallianse (2011, s. 11) er energimerkingen lett å kommunisere med i markedet, da de fleste er noe kjent med karaktersettingen, og brukes som en skala for mange.

Energimerking er delt i to deler, en energikarakter og en oppvarmingskarakter som totalt gir et resultat på energistandarden i bygget (Enova, 2018). Mens energikarakteren sier noe om standarden og forventet bruk av energi i bygget, tar oppvarmingskarakteren for seg graden av fornybar energi som blir brukt.

Det er ikke lov å installere løsninger innenfor oppvarming med fossilt brensel, og bygg over 1000 m² skal ha varmesystemer som er energifleksible. Bygg som er i stand til å produsere egen fornybar energi belønnes med høyere bygningsrammer, med opptil 10 kWh per kvadratmeter årlig. Likevel ligger en forutsetning til grunn ved en produksjon på minimum 20 kWh per kvadratmeter bruksareal (BRA) årlig. Med energirammen menes den totale tillatte mengden med energi som kan forbrukes i en bygning (Byggforskserien, 2016), derav total netto energibehov (beskrives i kapittel 2.2.1)

I tillegg til energikarakter og oppvarmingskarakter skal energiattesten omfavne en tiltaksliste som gir oversikt over tiltak som er kostnadseffektive innenfor energioptimalisering på bygningskroppen eller på varme-og klimaanlegget i bygningen

(Lovdata, 2024). For yrkesbygg skal målt energibruk de siste tre årene oppgis om bygget er i drift.

I 2010 kom det krav fra Energidepartementet, derav energimerkeforskriften for bygninger (Lovdata, 2024). Forskriften gjorde det heretter pliktig å energimerke bygg. 1. mars 2024 ble det vedtatt revideringer i forskriften som deriblant omfavner at alle bygg over 50kvm i bruksareal er pliktig til å ha en energiattest, samt krav om å vurdere klimavennlige energiltak som solcelleanlegg og forbedringer av bygningskroppen for å redusere energiforbruk og utslipp (Enova, 2024-b; Lovdata, 2024). Plikten ble innført i Norge som en del av implementeringen av EPBD og for å fremme bærekraftige løsninger (Enova, 2024a).

2.2.1 Karaktersetting

Innenfor energimerking er det karakter A-G, hvorav A er det mest optimale (Enova, 2018). I tabell 1 vises en oversikt over karaktersettingen.

Tabell 1. Dagens praksis gitt av (Enova, 2024).

Energiklasse	Bekrivelse
Energiklasse A	Overstiger minstekrav, ofte passivhus, plusshus eller lavenergibygg. Effektivt varmesystem, benytter fornybar energi.
Energiklasse B	Overstiger minstekrav, ofte passivhus, plusshus eller lavenergibygg.
Energiklasse C	Bygg som er bygget etter TEK10, og ikke har solenergi eller varmepumpe til oppvarming.
Energiklasse D-F	Eldre bygg bygget etter eldre forskrifter enn dagens forskrifter.
Energiklasse G	Eldre bygg bygget etter eldre forskrifter enn dagens forskrifter, som ikke er rehabilitert.

Skillet mellom A og B er om bygget forbruker fornybar energi, i tillegg til overgåelsen av minstekravene (Enova, 2024-c). Likevel hevder Grønn Byggallianse (2011, s. 46) at tilleggisolasjon som går ut over minstekravene kan ha en dårligere kost-nytte verdi enn tekniske tiltak. Slike tiltak er energioptimalisering med bedre varmegjenvinning, energieffektiv belysning og varmepumpe.

Det er byggets varmesystem som spiller en avgjørende rolle for om bygget oppnår energiklasse C (Enova, 2018). Dette med hensyn de tilsvarende energikravene i TEK10 og TEK17.

De gjenstående karakterene er D-G, og omfavner det meste av dagen eksisterende bygningsmasse (Enova, 2024-c). I 2023 tilsvarte dette 997 kontorbygg i Norge, derav 67% (Enova energimerke, 2024).

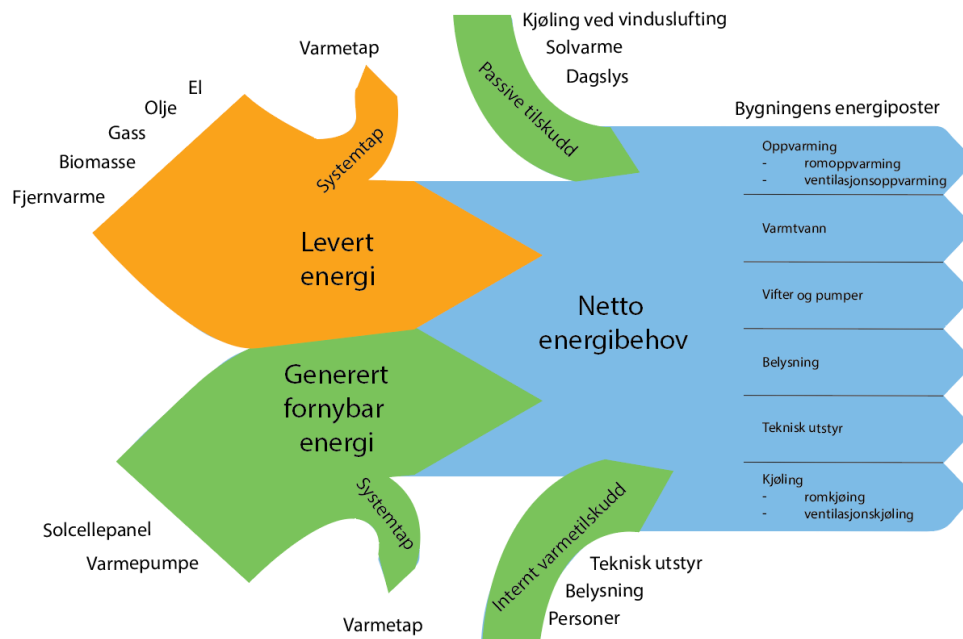
Levert energi, netto energibehov og primærenergi

Energikarakteren viser beregnet levert energi til bygget. Levert energi er en teoretisk beregning som inkluderer netto energibehov for bygget (beregnet i henhold til NS 3031:2014), pluss varmesystemets systemtap og minus eventuell egenprodusert energi (Grønn Byggallianse, 2011, s. 8). Varmesystemets systemtap refererer til tap av energi under transport fra en kilde til et forbrukspunkt.

Forskjellen mellom netto energibehov og levert energi er at netto energibehov er den totale mengden bygget trenger med energi som er teoretisk beregnet (Grønn Byggallianse, 2011, s. 8). Levert energi er mengden energi som er nødvendig å tilføre til bygget for å dekke netto energibehov. Dette fordi netto energibehov har systemtap, og ikke inkluderer egenprodusert energi. Dermed er levert energi høyere enn netto energibehov. Elektrisk oppvarming som varmekabler eller panelovner har svært lite systemtap, mens solenergi har større tap. Likevel vurderes solenergi positivt i energikarakteren på grunn av den fornybare energikilden.

Teknologier som varmepumper, solcellepaneler og andre energireduserende teknologier påvirker strømforbruk og miljøbelastning, men disse teknologiene reflekteres ikke fullt ut i netto energibehovberegningene (Andresen et al., 2021). Dette kan føre til at bygninger med slike teknologier fremstår med et høyere energibehov enn det reelle energiforbruket tilsier, noe som gir en mindre gunstig energikarakter. Sandberg et al., 2023 (s. 53) hevder at det bør skje en innskjerping i krav innen 2025, hvor det blir tatt hensyn til lokal fornybar energi, eksempelvis i form av solceller eller varmepumper. Dette fordi TEK17 beregner energibruk fra netto energibehov (Andresen et al., 2021).

I figur 2 vises forholdene mellom begrepene.



Figur 2. Energibegreper. Egenprodusert illustrasjon, bearbeidet fra (Boharfa, 2017, s. 3)

To bygg med tilsvarende netto energibehov kan likevel få forskjellig energikarakter, da oppvarmingssystemet og dets virkningsgrad avhenger av dette (Grønn Byggallianse, 2011, s. 8). Det er viktig å legge til grunn at den reelle energibruken er høyere enn beregnet levert energi og netto energibehov, da noen poster blir utelatt i de standardiserte beregningene i NS 3031 (Grønn Byggallianse, 2011, s. 9). Dette betyr at det reelle behovet kan skilles fra teorien, og energiklasse A ikke kan isolert gi en garanti for lite reelt energibehov. Typiske poster som ikke inkluderes i beregningene eller settes til en fast verdi i NS 3031 er IT-utstyr, storskjermer og annet dataforbruk. Energibruken vedrørende slike poster er utfordrende å beregne i prosjekteringsfasen, da det avhenger av adferden til brukerne av bygget. Likevel kan disse postene stå for en stor andel av energiforbruket.

2.2.2 Energieffektivisering som bidragsyter til utslippskutt – dagens situasjon

Selv om Norge er en av landene i verden som er mest elektrifiserte, ligger det fortsatt forbedringspotensialer til grunn (Holmefjord, 2019). Dette fordi landet kan skifte ut fossile energikilder desto mer, da det gjenstår olje, kull og gass. Med et bærende fokus på utskiftning av fossile energikilder, kan en redusere landets klimagassutslipp på om lag 25 millioner tonn CO₂-ekvivalenter (Holmefjord & Kringstad, 2019, s. 3).

EPBD vil bidra til å gjøre Europa mer uavhengig av energi fra andre land og verdensdeler (Dokka et al., 2009, s. 21). Dette er viktig i forhold til at strøm i dag er i ferd med å bli en mangelvare, som har resultert i at strømprisene har skutt i været (Glava, 2024-b). Parallelt øker behovet for fornybar energi, med hensyn til utskiftning av fossil oppvarming. Økt forbruk av energi vil resultere i et økt behov for kraftverksutbygging av vind-, sol- og vannkraftverk Holmefjord & Kringstad (2019, s. 3).

Glava (2021) poengterer i denne sammenheng at konsekvensen av utbygging både er kostbart og naturødeleggende. Et annet alternativ er derfor å bruke det vi har smartere. Dette kan gjøres ved å egenprodusere energi, samt å oppgradere bygg til en høy energiklasse. Imidlertid er strømmettet i Norge gammelt, og har ikke kapasitet til det økte strømforbruket som er i takt med elektrifiseringen (Glava, 2024-b; Holmefjord, 2019).

I tråd med dette poengterer Glava (2021) at økte strømprisene fører til økt lønnsomhet innen selvproduksjon av fornybar energi, som knyttes til erfaringer vedrørende økningen av strømprisen de siste årene. Et økt strømbehov bidrar også til økt lønnsomhet grunnet etterspørselen blir høyere enn tilgjengelig energi. Om strømprisen i fremtiden vil holde seg på dagens nivå, vil flere tiltak bli lønnsomme og gir høyere gevinst. Dette gjør at allerede lønnsomme tiltak blir desto mer lønnsomme, om en sammenligner med hvor mye en sparer på å ikke kjøpe strøm fra strømmettet.

2.2.3 Frigjøre energi

Til tross for landets utslippsfrie kraftproduksjon, er landet koblet til kraftnettet til Europa som har store klimagassutslipp (Dokka et al., 2009, s. 21-23). I noen tilfeller importerer også Norge strøm når det er strømmangel.

Vår tilkobling til Europas strømmett betyr at om energibruken reduseres ett sted, frigjøres overskuddsenergien slik at den er tilgjengelig andre steder og hvor energien er basert på fossile brensler (Andresen et al., 2021; Dokka et al., 2009, s. 23-24; Larsen et al., 2023, s. 14). Slik kan en bruke fornybar energi disse stedene som utgjør en helhetlig reduksjon i klimagassutslippene.

I følge Byggalliansen (2024) kan en halvering av utslippene fra bygg og eiendom frigjøre 20 % av landets fornybare energi til andre sektorer og eksport. For å oppnå denne halveringen er det fem viktige tiltak som kan bidra: redusere riving, øke ombruk av materialer, velge løsninger og byggevarer med lave livsløpsutslipp, sikre 100 % fossilfrie og snart utslippsfrie bygg- og anleggsplasser, samt energieffektivisere eksisterende bygg.

For at bygningsmassen skal avlaste energisystemet, hevder Sandberg et al. (2023, s. 4) at det er et stort behov for å innføre virkemidler for å navigere utviklingen i riktig retning. Forfatterne henviser til tiltak for energisparing i både eksisterende bygningsmasse og nybygg ved å implementere «langsiktige mål, nye og oppdaterte virkemidler, og en betydelig økning i økonomisk støtte for å gjøre byggenæringen i stand til å utvikle strategier for den grønne omstillingen slik at norske klimamål kan nås» Virkemidler, fremtiden og teknologi

Implementering av automatisering og smarte teknologier er en utfordring, men den eneste løsningen for å nå målene for energieffektivitet i eksisterende bygningsmasse, hevder Giama et al. (2021). I denne sammenheng hevder Sandberg et al. (2023, s. 53) at en suksessfull innstramning av energikravene over tid er en av de mest effektive økonomiske metodene for å redusere energiforbruket i byggsektoren, da krav som revideres hvert femte år, kan kvalitetssikre mer energioptimaliserte bygg. Dette fordi kompetansen for utføringen øker parallelt med at produktene og løsningene blir mer tilegnet og mindre kostbare.

I tråd med dette hevder Dokka et al. (2009, s. 19) at det er nødvendig med finansiering av staten for å oppnå kompetanseheving grunnet bransjens fragmenterte tilnærming med små bedrifter. Byggalliansen (2024) poengterer at har myndighetene bør tilføre bransjen midler for at aktører motiveres av å gjennomføre tiltak mot det grønne skiftet. Forslag for tiltak er «fast-track i byggesaksbehandlingen, lavere byggesaksgebyr, lavere eiendomsskatt, momsfristak for rehabilitering» Byggalliansen (2024). For å få med hele bransjen er tilhørende forslag for reguleringer gitt; «egne TEK-krav tilpasset rehabiliteringer, egne dokumentavgifts-regler som gjør det mer attraktivt å rehabilitere framfor å rive, enklere dokumentasjonskrav for brukte materialer, samt CO2-krav i TEK» (Byggalliansen, 2024).

2.2.4 Revisjon av TEK17

Med hensyn til samfunnets stadige utvikling, arbeides det med nye krav og forskrifter. Det forventes at TEK skal skjerpes inn, da TEK21 ble sendt til høring før sommeren 2021 (Andresen et al., 2021). Under høringen var ingen skjerpede krav vedrørende klimagassutslipp eller energibruk gitt.

Forskriften er i dag ikke innført, grunnet skuffelsene ved høringen. I tråd med dette, hevder Multiconsult (2021) at dagens krav fortsatt forventes å skjerpes inn, grunnet digitalisering og utvikling av teknologi. Dette vil trolig føre til at energieffektiviseringstiltak kan få desto større utbytte grunnet utviklingen. Det er å forvente at tiltak kan oppleve en prisnedgang da produkt- eller materialkostnaden utgjør en mindre andel av tiltakskostnaden.

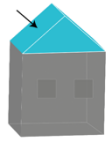

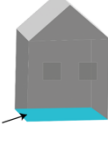
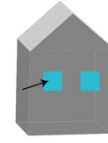
Sandberg et al. (2023, s. 53) mener det bør gis økonomisk tilskudd til bygg som ligger 10-15 år foran gjeldene forskriftskrav. I den sammenheng kommer det stadig nye sertifiseringer som tilsier standarden på bygget som BREEAM, Svanemerket, ZEB-O og passivhus.

2.2.5 Passivhus

Passivhus stammer fra Tyskland, og er mest utbredt blant boliger (Byggallianse, 2011, s. 11). Passivhus defineres i NS 3701:2012 som «miljøvennlig bygninger med meget høy kvalitet, med godt inn klima og ekstremt lavt energibehov» (Standard Norge, 2012, s. 2). Standarden beskriver passivhus i henhold til norsk kontekst.

I passivhus er det et stort fokus på å minimere behovet for oppvarming. Dette ved å bygge kompakt, og sørge for en godt isolert bygningskropp (Grønn Byggallianse, 2011, s. 11). I tabell 2 vises forskjellene mellom kriteriene for TEK17 og passivhus innenfor vindu, fasader, tak og gulv (Standard Norge, 2012, s. 6).

Tabell 2. Forskjell mellom passivhus og TEK17. U-verdier hentet fra (Dibk, 2018; Standard Norge, 2012, s. 10-18)

Bygningselement	Bygningselement	Passivhus [W/(m ² K)]	TEK17 [W/(m ² K)]	TEK10 [W/(m ² K)]
	Tak	≤ 0,08 – 0,09	≤ 0,18	≤ 0,18
	Fasade	≤ 0,10-0,12	≤ 0,22	≤ 0,22
	Gulv	≤ 0,08	≤ 0,18	≤ 0,18
	Vindu	≤ 0,8	≤ 1,20	≤ 1,20

Formelen [W/(m² K)] beskriver varmeledningsevnen til isolasjonsmaterialer eller byggematerialer, hvor lavere verdi indikerer bedre isolasjonsegenskaper. Enheten kalles u-verdi hvor W står for Watt, som er måleenheten for energi per tidsenhet og i dette tilfellet tar for seg varmeenergi. M² er kvadratmeter, og i dette tilfellet representerer det arealet varmen strømmer. K står for kelvin, som er måleenheten for temperatur. I denne forbindelse viser det til temperaturforskjellen som varmen føres gjennom. W/(m² K) betyr derfor mengden med varmeenergi som overføres gjennom en kvadratmeter av materialet når det er en temperaturforskjell på én kelvin per meter tykkelse av materialet (Isotech, 2022). [W/(m² K)] vil videre bli benevnt som u-verdi i rapporten, og brukes i kost-nytte-analysen.

Passivhus har ingen spesifikke kriterier for U-verdier for fasade, tak og gulv grunnet variasjon i klimatiske forhold, bygningsstørrelse og -type, samt materialer (Standard Norge, 2012, s. 19). Derfor er verdiene nevnt i tabell 1 eksempler på hva som er typisk i passivhus. Tabellen gir en indikasjon på Passivhusenes strengere krav enn TEK17. Vindu og dør er dog fastsatt i NS3701:2012, hvor u-verdien er lavere enn TEK17 (Dibk, 2022; Standard Norge, 2012, s. 13). Verdiene i TEK17 er fastsatte verdier, som er uendret fra TEK10, da nye krav for bedre u-verdier, tetthet og isolerte gulv ble revidert rett før innføringen av TEK17, fra 1. januar 2016 (Dibk, 2018).

Passivhus i kontorbygg

Grønn Byggallianse (2011, s. 11) argumenterer for at passivhus ikke er den mest optimale bygningsstrategien for kontorbygg, om en ser på energisparingsmålet. Dette fordi passivhus kan føre til et stort energibehov for lys, ventilasjon og kjøling. Med lite areal til vindu, tykke yttervegger med dype vindusnisjer og kompakte bygningsformer med dype rom, gis det en minimert mengde dagslys. Når bygningskroppen er godt isolert, slipper den ut mindre varme ut, som skaper et behov for mekanisk kjøling (klima­anlegg eller kjøleanlegg) på sommeren. Dette fordi isolasjon handler om energitransformas­jon fra kaldt til varmt, eller omvendt. Varmen vil alltid prøve å komme seg fra den varme siden av konstruksjonen til den kalde (Lavenergi­programmet, 2020). Hvor fort energien siger ut avhenger av deriblant isolasjonskvaliteten. Muligheten for å dra nytte av den naturlige ventilasjonen som baseres på klimaet ute med kaldere netter og varmere dager blir dermed redusert.

Ifølge Grønn Byggallianse (2011, s. 11) er energibehovet for ventilasjon og kjøling større enn for oppvarming i moderne kontorbygg. Derfor er det viktig å vurdere det årlige energibehovet helhetlig, og ikke kun på redusert oppvarmingsbehov om vinteren.

2.3 Livsløp og livsløpsvurdering

BAE har prosjekter med lange livssykluser, som igjen krever mye materialer, ressurser og kostnader (Nemry et al., 2010). Dette utgjør at BAE har en stor samfunnsøkonomisk relevans.

Det er essensielt å vurdere livsløpet til bygget, også kalt livsløpsanalyse (Fufa et al., 2020, s. 20; Standard Norge, 2018). Dette er et viktig verktøy for beslutningsstøtte og et helhetlig blikk hvor en kan få tydeligere svar på bærekraften av eksisterende bygningsmasse (Fufa et al., 2020, s. 5). Vurderingen tar for seg en evaluering av byggets miljøpåvirkning, gjennom alle stadier i dets levetid. Om byggherre ikke har påkrevd en gitt levetid for bygget, skal det etter NS 3720:2018 medregnes 60 års levetid for bygget i klimagassberegningen (Standard Norge, 2018, s. 8).

Larsen et al. (2023, s. 37) har utført en klimagassberegning innen ulike bygningskategorier, som inkluderer fasene i NS3720:2018. Tabell 3 viser hvilken fase som har de største Co2 utslippene, på ulike bygningstyper.

Tabell 3. CO₂-utslipp i byggets faser. Tabell hentet fra Larsen et al. (2023, s. 37).

Utslipp ktonnCO ₂ e	Småhus	Boligblokk	Kontorbygg	Skole	Forretning	Sykehjem	Kjeller	Totalt
A1 - A3 - Materialproduksjon	902	756	190	157	1188	60	63	3316
A4 - Transport til byggeplass	147	128	26	22	186	9	7	526
A5 - Montering og svinn	50	27	5	5	36	2	2	126
A5 - Gjennomsnittlig byggeplass	67	33	10	8	66	3	3	190
B4 - B5 - Transport	92	35	6	4	61	2	1	200
B4 - B5 - materialer	265	136	48	29	265	10	9	764
C1 - C4	60	29	6	5	34	2	2	137
Totalt	1584	1143	291	230	1836	88	87	5260

Som vist er materialproduksjon den største utslippsfasen. Når nybygg og eksisterende bygningsmasse sammenlignes i henhold til deres livsløp, viser nybygg bedre miljøytelser enn eksisterende bygningsmasse (Nemry et al., 2010). Likevel har nybygg en stor miljøpåvirkning i byggefase. I avhendingsfasen vil det for både nybygg og eksisterende bygningsmasse variere i forhold til miljøutslippene, med hensyn til hva som kan resirkuleres og ikke.

Når en skal vurdere energibruken i byggets driftsfase, vil dette vurderes etter bygningens behov for energi «tilknyttet oppvarming, kjøling, ventilasjon, varmtvann og belysning» (Standard Norge, 2018, s. 15). Beregningene skal utføres etter NS 3031:2014 eller etter målinger for faktisk energibruk for bygg som er satt i drift.

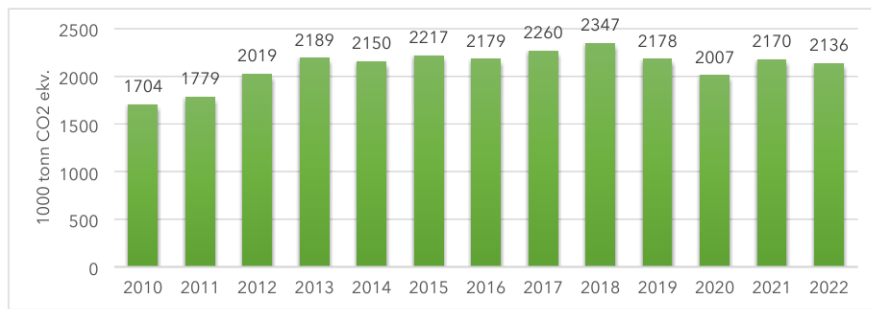
I følge Wiken (2023) er driftsoptimalisering av bygg en av de enkleste tiltakene for å redusere energiforbruket. Drift av bygg er også ofte den største kostnadsdriveren i livsløpet, da innen energi (Løvlund, 2024). I flere tilfeller kan cirka 20% av kostnadene innenfor energiforbruk ha opphav i teknisk drift som ikke er optimalisert (Wiken, 2023). Tiltakene for å unngå dette kan være enkle, samt ressursbesparende både innenfor energiforbruk og kostnader. De vanligste tiltakene omfavner ofte ventilasjon, temperatur, overvåking av anlegg, automasjon av anlegg, samt en felles kompetanse innenfor energiforbruk.

Å overføre kompetanse til både driftsansvarlig, brukere og eiendomsbesitter er viktig for å opprettholde oppgraderingene og optimaliseringene (Løvlund, 2024). Med en gjennomgående kompetanse og et optimalisert system, kan en oppnå besparelser opp mot 30% på næringsbygg, hevder Løvlund (2024).

2.4 Oppgradering av eksisterende bygningsmasse

For å nå EBPD sin målsetting må byggesektoren sette et større søkelys på rehabiliteringsprosjekter, derav energirehabiliteringer (Fufa et al., 2020, s. 16; Sandberg et al., 2023, s. 30). Tiltak som etterisolering av vegger og tak, utskiftning av vinduer, nye tetninger for å redusere varmetap, samt installasjon av varmepumper kan være relevante tiltak (Giama et al., 2021; Størbu, 2024). Giama et al. (2021) hevder at det kan være flere tiltak som bedrer miljøytelsen effektivt, men overnevnte tiltak er teknisk gjennomførbare og kostnadseffektive. Etterisolering på tak og/eller fasade, samt reduksjon av varmetap på eksisterende bygningsmasse, er likevel relativt sikre optimaliseringer for å redusere energibehovet til oppvarming.

Årlig utslipp fra BAE i Norge innenfor nybyggsaktivitet er 70%, til tross for at tilskuddet av nybygg er 1-2 % i året (Byggalliansen, 2024). Ett av de viktigste tiltaksområdene for å kutte klimagassutslipp er å rive færre bygg for å bygge nye. I figur 3 illustreres klimagassutslippene for bygg og anleggssektoren (Larsen et al., 2023, s.11).



Figur 3. Klimagassutslipp for bygg og anleggssektoren, hentet fra Larsen et al. (2023, s. 11).

Figuren viser jevnt høye klimagassutslipp, hvor det var noe mindre bygging i starten av Corona-epidemien. Likevel hevder CBRE (2024) at omlag alle investorer tar hensyn til bærekraft i sine beslutninger. Ifølge deres undersøkelse, ble det gitt at mer enn 80% av investorene ønsket å oppgradere eksisterende bygningsmasse med hensyn til den triple bunnlinje, samt energieffektivisering.

Imidlertid hevder Haugen & Haugen (2024) at det er utfordringer innen kost-nytte knyttet til investeringer av energieffektivitet. Det er også utfordringer knyttet til energiklasser i europeisk kontekst, hvor det foreligger ulik praksis i beregningsmetoder, definisjoner, overholdelse og datatilgjengelighet. Dette skaper utfordringer for både investorer, leietakere og banker for å kartlegge bygningens verdi. Sandberg et al. (2023, s. 11) mener det bør innføres en samordning av både TEK, energimerking og EU-taksonomi, slik at det benyttes felles beregningspunktet innen energi, og at beregningene gjøres så realistisk at de kan sammenlignes med målt energibruk.

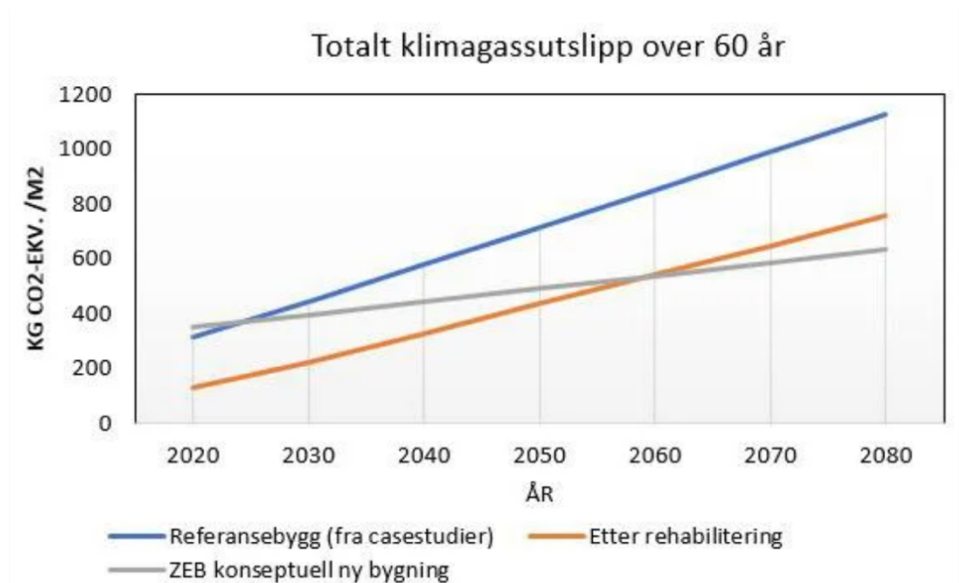
2.4.1 Det er mest miljøvennlige å la byggene stå

I følge Fufa et al. (2020, s. 4-5) er de mest miljøvennlige byggene allerede bygget, og det er derav et stort uutnyttet potensial som ligger til grunn. Ved eksisterende bygningsmasse reduseres klimagassutslipp vedrørende produksjon av byggematerialer, samt transport, bygging, utskiftning av materialer og elementer, samt avhending. Dette kalles også bundne utslipp (Fufa et al., 2020, s. 67), og omhandler hovedsakelig fase A1-B5 i NS 3720:2018.

Likevel er utslippene vedrørende energibruk i driftsfasen av nybygg mindre. Om en veier dette og de bundne utslippene mot hverandre, er de bundne større når nybygg bygges i forhold til rehabiliteringsprosjekter (Fufa et al., 2020, s. 43). Ved å rehabilitere bygg blir utslippene halvert, fremfor å bygge nytt. Utslipp omhandlet materialbruk i rehabiliteringsprosjekter utgjør om lag en tredjedel av tilsvarende utslipp som ved nybygging (Fufa et al., 2020, s. 53-62).

Det vil ta flere år før utslippene knyttet til energibruk i drift ved nybygg utligner utslippene knyttet til selve oppføringen, om en sammenligner med eksisterende bygningsmasse (Fufa et al., 2020, s. 62). I figur 4 vises skjæringspunktet mellom et referansebygg, ZEB-nybygg og et rehabilitert bygg. Referansebygget er et bygg etter TEK17, og er et rektangulært «standard» bygg, med et gjennomsnittlig klimagassutslipp for referansebyggene gitt i forskningen til Fufa et al. (2020, s. 27). «ZEB konseptuell ny bygning» er gjennomsnitt for to konseptuelle casestudier fra ZEB-senteret i Norge, og

«bygg etter rehabilitering» har et gjennomsnittlig klimagassutslipp fra 12 casestudier i Norge.



Figur 4. Skjæringspunkt mellom referansebygg, ZEB bygg og bygg etter rehabilitering. Figur hentet fra Fufa et al. (2020, s. 27).

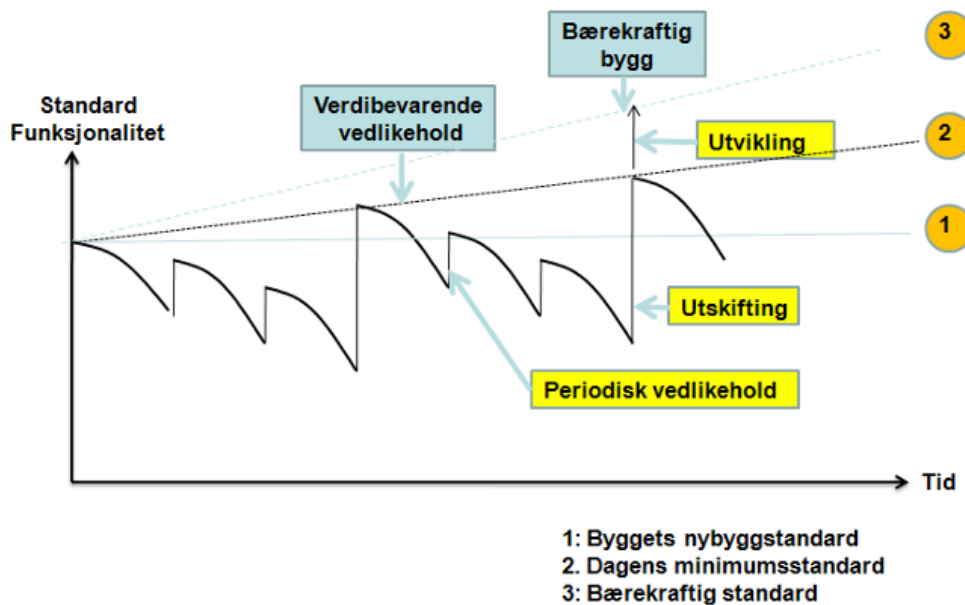
Gjennom forskningen til Fufa et al., (2020, s. 64) konkluderes det med at rehabilitering er fordelaktig i et kort og mellomlangt perspektiv, derav mot målsettingene i år 2050. Dette fordi det kan ta mellom ti til 80 år før nybygg utligner utslippene fra produksjon og byggingen.

Eksisterende bygningsmasse har likevel ulike standarder, derav ulike egnethet for potensial for energieffektivisering (Nitter, 2020). Viktige faktorer i denne sammenheng er byggets alder, konstruksjon, kulturminne og materialbruk. Fufa et al., (2020, s. 5) poengterer i tråd med dette at krav til energibruk og -tiltak bør være i henhold til den spesifikke bygningen og dens kontekst.

Et viktig aspekt i denne sammenheng er kulturminnet og vern (Fufa et al., 2020, s. 75). Her kan det raskt oppstå tekniske utfordringer ved å møte forskrifter og behov vedrørende energieffektive løsninger, samtidig som en skal bevare kulturminnet. Denne utfordringen øker behovet for kunnskap om kombinasjonen av oppgradering og bevaring (Fufa et al., 2020, s. 66). Dette kan knyttes til at de viktigste barrierene mot endring er mangel på kunnskap om mulighetene, gamle vaner, fordommer om at miljøhensyn er dyrt og usikkerhet rundt hva som er lov (Byggalliansen, 2024). Det anbefales derfor av Fufa et al., (2020, s. 66) å anskaffe en samling praksiseksempler innen beskyttelse og forbedring av tekniske, miljømessige, sosiale, økonomiske og kulturelle verdier i eksisterende bygningsmasse.

I følge Fufa et al. (2020, s. 4) er rehabiliteringsprosenten i Norge 1-1,4%. I tråd med dette og EU sin ineffektive bygningsmasse på 75%, må kunnskapsnivået og gjennomføringskraften vedrørende rehabiliteringstiltak økes for å nå målsettingene globalt og nasjonalt (Fufa et al., 2020, s. 4). EU påpeker at rehabilitering av bygg kan gi en energibesparelse på om lag fem til seks prosent, og senke klimagassutslippene med tilsvarende (European Commission, 2019).

I følge Sandberg et al. (2023, s. 13) er det store muligheter for å gjøre energinivået i eksisterende bygningsmasse til det bedre, ved å utnytte mulighetene i bygningens livssyklus. I tråd med dette, vektlegger Bjørnberg (2009, s. 4) at vedlikehold innehar elementer av utvikling. Dette fordi oppgradering og rehabilitering som regel er tilpasset dagens standard, hvorav utviklingen av standard og funksjonalitet møter dagens og morgendagens krav. På den måten blir det forsøkt å oppnå lengst mulig levetid, da «bærekraftig bygging handler om å optimalisere levetida gjennom utvikling over tid»(Byggeordboka, 2017). I figur 5 illustreres deriblant bærekraftig bygging.



Figur 5. Vedlikehold i byggets livssyklus, hentet fra Bjørnberg (2009).

Vedlikehold og oppgraderinger må gjøres regelmessig, etter hvert som byggets standard svekkes (Bjørnberg, 2009, s. 4). Dette kalles verdibevarende vedlikehold, og bevarer bygget til dagens minstekrav. En kan også heve standarden i bygget gjennom en større utvikling, som går ut over minstekravene. Dette kalles bærekraftig bygging og oppgradering, som vist i funksjon 3 i figur 5. Eksempler på dette er passivhus.

Ved å forbedre energinivået når en først skal rehabilitere eller vedlikeholde, bidrar en til å minimere merkostnader og klimagassutslipp (Sandberg et al., 2023, s. 14). I praksis utføres en rehabilitering med energioppgradering enten som en enkeltstående oppgradering av hele bygget på samme tid, eller som en rekke tiltak som utføres etter hverandre.

Ved energioppgradering av eksisterende bygg, er det vanlig å oppgradere bygningskroppen (Sandberg et al., 2023, s. 24). I slike situasjoner oppgraderes både isolasjon i fasader, tak, vinduer, ytterdører og grunnmur (Enova, 2016). Oppgradering av bygningskroppen bidrar til mindre varmetap og energiforbruk. Dette utgjør mindre driftskostnader, i tillegg til en bedre komfort grunnet byggets jevne temperatur. Fufa et al. (2020, s. 74) tillegger at en sammensetting av miljøvennlig materialvalg, tiltak på energieffektivisering og bruk av fornybar energi er de største avgjørende faktorene i forhold til å redusere utslipp.

Rehabilitering med opphav for vedlikehold, er omtrent 1,5% for yrkesbygg (Sandberg et al., 2023, s. 14). Dette kan være både med og uten energioppgradering. I tråd med dette hevder Multiconsult (2021) at oppgradering av bygg og tekniske anlegg trenger ikke nødvendigvis å bunne i energieffektivisering. Likevel resulterer disse tilfellene ofte i bedre energieffektivisering.

Datagrunnlaget for rehabilitering med energioppgradering, samt hvilke tiltak dette omfatter er i dag manglende (Multiconsult, 2021). Directorate-General for Energy (2019, s. 80) hevder at rehabiliteringer som har ført til oppgradering av energi de siste ti årene er omlag 20%. Ved oppgraderinger av bygg før 2010 antas det at energistandaren er blitt hevet til TEK10-nivå, og omfavner oppgradering og energieffektivisering av bygningskropp, effektivisering av el-spesifikt utstyr og tekniske installasjoner.

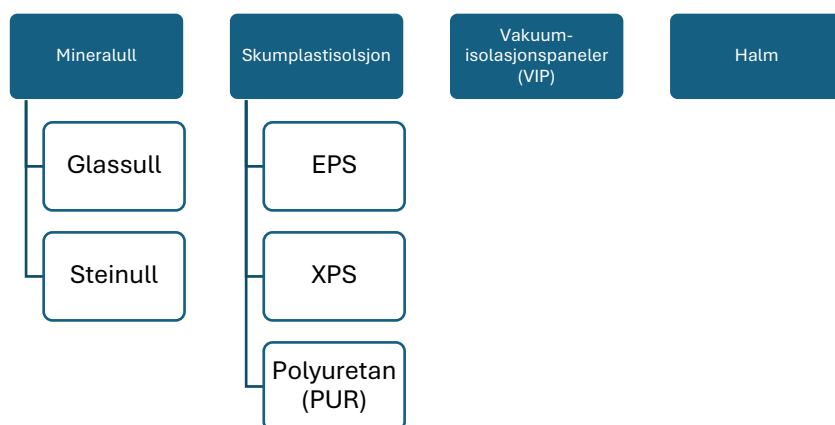
2.5 Isolasjon

Etterisolering er en viktig del av energioptimalisering i eksisterende bygningsmasse og omhandler å redusere bygningens energitap samt forbedre inneklime (Byggforskserien, 2023; Glava, 2024-b). Etterisolering gjøres ved å addere isolasjonsmateriale på eksisterende bygningsmasse, enten på innsiden eller utsiden av vegger, samt tak og gulv.

Positive effekter av etterisolering er deriblant reduksjon i energibehov og lydisolering. Tiltaket har langvarig effekt, og er en lønnsom engangsjobb. Derfor er nyttegraden høy, både for klimautslipp, miljøet og komforten (Glava, 2024-b). Når en etterisolerer, er type isolasjon samt isolasjonstykkelse to viktige faktorer.

2.5.1 Isolasjonstyper

I Norge benyttes flere typer isolasjon, derav mineralull, skumplastisolasjon, vakuumisolasjonspaneler og økologiske materialer som halm (Byggforskserien, 2020). I figur 6 vises underkategorier av de ulike typene, hvorav isolasjonstypene tilhørende problemstillingens relevans blir utdypet.



Figur 6. Isolasjonstyper. Selvprodusert illustrasjon bearbeidet fra Vetlejord (2019).

Mineralull

Mineralull er laget av fibre av mineraler, og er ikke brennbar (Vetlejord, 2019). Den har støydempende effekt, i tillegg til at den ikke absorberer fuktighet og lukt.

Glassull er en type mineralull, og er en av de vanligste typene isolasjon brukt i landet (Byggforskserien, 2020). Isolasjonen er av lav vekt, og blir laget av cirka 70% resirkulert glass, ved at råmaterialet varmes opp og omgjøres til fiber (Vetlejord, 2019).

Steinull fremstilles på samme måte som glassull (Vetlejord, 2019). Isolasjonstypen er den mest brannsikre isolasjonstypen, grunnet stein ikke er brennbar og har derfor høyere smeltepunkt enn glassull. Til tross for at stein isolerer lite, gjør fibre i ullen at luften mellom fibre står stille. Dette utgjør en isolerende effekt.

Med hensyn til at jorden selv produserer stein, er dette en fordel med isolasjonstypen (Vetlejord, 2019). I tillegg absorberer ikke steinull fuktighet, den mister ikke effekt over tid, og trenger ikke å byttes ut.

Skumplastisolasjon

EPS står for ekspandert polystyren og er en isolasjonstype innenfor skumplastisolasjon. Det er et plastmateriale som i Norge kalles isopor eller sundolitt, og brukes ofte til utvendig isolasjon av bygg og gulvflater (Lisø & Stenstad, 2000, s. 17). Materialet er bygd opp av plastceller som er luftfylte, med omlag 98% luft (Vetlejord, 2019). EPS er lett, høy trykkfasthet og absorberer lite fukt. I motsetning til mineralull, er EPS brennbar. Derfor anbefales høyeste brukstemperatur på cirka 80 grader.

XPS står for ekstrudert polystyrenisolasjon, og er storebroren til EPS (Vetlejord, 2019). Forskjellen mellom dem er at XPS tåler et høyere trykk (om lag 60% høyere), samt at den absorberer mindre fuktighet. Når en bygger eksempelvis grunnmur, må isolasjonen tåle stort trykk (Lisø & Stenstad, 2000, s. 20). I slike tilfeller er XPS nyttig, men tre ganger så dyrt som EPS.

2.5.2 Vindu

Vinduer i bygg kan forårsake opp til 40% av byggets varmetap (Enova, 2024-a). I den sammenheng er det i utgangspunktet forutsatt at vinduer ettermonteres etter om lag 10 år (Nemry et al., 2010). Med hensyn til dette, kan en forvente at ettermonteringen også vil føre til varmetap. Varmetapet kommer av flere faktorer, som glasskvalitet, størrelse på vinduet, samt tettingen av luft og isolasjon rundt vinduet.

Moderne lavenergivinduer har i dag tre lag, også kalt tre glass. Eldre vinduer har som regel 2 lag, og har en høyere u-verdi. Et godt vindu slipper inn mest mulig lys, slipper ut minst mulig varme, slipper inn solstråler som kan redusere oppvarmingsbehovet, gir god varmekomfort, forårsaker ikke uakseptabel kondens, samt er sikkert i bruk (Enova, 2024-a).

Ved å oppgradere vinduene til lavenergivinduer kan en oppnå en halvering av varmetapet, i tillegg til fordelene nevnt ovenfor (Enova, 2012). Lavenergivinduer er også godt isolerte og minimerer kaldras. Kaldras er kald luft som synker til gulvet, og oppleves som trekk. Lavenergivinduer øker komforten ved arbeidsplasser nær vinduene, noe som

muliggjør utnyttelse av større gulvareal (Glava, 2024-b). I tillegg gir det energibesparelser, som også gir kostnadsbesparelser.

For å unngå et overforbruk av vinduer samt bidra til en sirkulærøkonomi, kan gode løsninger være utskiftning av vindusglass, lister eller vindusrammer. Dette er tiltak som forbedrer isolasjonsevnen til vinduene, uten å skifte hele vinduet.

2.6 Lekkasjetall

Lekkasjetall angir hvor tett et bygg er, og måles gjennom en trykktest (Tekna, 2021). Lekkasjetall gir derfor en essensiell indikasjon i henhold til oppgradering og optimalisering av energieffektivitet, da et tett bygg vil i flere sammenhenger forbruke mindre energi (Nemry et al., 2010; Tekna, 2020). TEK17 og NS 3701:2012 stiller krav til lekkasjetall, hvorav lavere lekkasjetall indikerer tettere bygg (Tekna, 2021).

Lekkasjetall og værforhold har en klar sammenheng, da utendørs temperaturer har en innvirkning på byggets innetemperatur med hensyn til isolasjon og luftlekkasjer. Dette igjen påvirker energiforbruket, og derav den økonomiske og miljømessige bærekraften (Giama et al., 2021). Ved høye lekkasjetall kan det oppstå kondens, grunnet varmen vil sive ut i konstruksjonen. I konstruksjonen er det kjøligere enn inni bygget, og den varme luften blir derfor kjølt ned, som resulterer i kondens og dermed fukt i isolasjonen. Dette fører til dårligere isolasjon, som igjen kan resultere i mugg, sopp og råte.

2.7 Økonomisk lønnsomhet innen eiendom

Formålet med eiendomsøkonomi er å maksimere inntekter og minimere kostnader, samtidig som en skal være attraktiv i et marked som er preget av risikoer og muligheter (Elnan et al., 2007, s. 2; Peca, 2009, s. 52). Dette fordi eiendom omfavner store investeringer, som betyr at risikoen og konsekvensene blir store om det ikke kan nedbetales (Peca, 2009, s. 21).

2.7.1 Kostnadsstyring og renteøkning

Kostnadsstyring er et svært viktig punkt innen eiendomsøkonomi for å håndtere kjøpspris, driftskostnader og finansiering (Peca, 2009, s. 42). Innenfor sistnevnte er rentekostnader en faktor som påvirker lønnsomheten på belåningen. Om rentene er for høye, vil dette medføre mindre likvide midler til andre poster. BAE i dag er preget av denne problemstillingen 04.07.2024 15:45:00.

Haugen & Haugen (2024) hevder at renteøkning har på den positive siden åpnet opp muligheter for å investere i eiendom på mindre attraktive områder, grunnet dets billigere pris. Her er det fler som investerer i formål om å oppgradere eksisterende bygningsmasse, også for å være proaktiv ved eksisterende og fremtidige krav fra internasjonale og nasjonale myndigheter. Det er i dag flere investorer som tenker annerledes og nytt vedrørende sin portefølje, for å ikke risikere at byggene blir utdatert. Likevel poengterer forfatterne at bærekraftige investeringer må være strategiske, langsiktige og knyttet til målsettingen til selskapet.

Prisendringene som renteøkningen medfører kan derfor skape muligheter for å øke antall bærekraftige tiltak (Otervik & Haugen, 2024). Også fordi eiendommer som ikke oppfyller standarder innenfor bærekraft vil trolig bli mindre verdt med årene. Dette grunnet de

økte investeringene som må til for å oppgradere dem til gitte standarder, og markedets etterspørsel. I følge CBRE (2024) er bærekraftig omgjøring av eiendommen, den viktigste investeringen. På andre plass er anskaffelsen og utviklingen av grønne bygg, og den tredje investeringsfaktoren tar for seg å installere fornybar energi på stedet.

Bærekraft er en faktor som bare blir viktigere og viktigere innen eiendomsøkonomien, hvorav investeringer i grønne bygg gir økonomiske fordeler fra bank, forsikring, støtteordninger, samt strømregningen (Nemry et al., 2010). Bygget blir også attraktivt for leietakere som har et fokus på miljøvennlig løsninger.

Kostnadene for å redusere klimagassutslipp kan som sådan ikke sammenlignes med fordelene ved reduserte utslipp, fordi aktørene ikke direkte kan dra nytte av disse fordelene (Waide, 2006, s. 32). Myndighetene kan tjene på det, i form av at målsettingene nasjonalt blir oppnådd. Det er på en annen side utfordrende for aktører å få et personlig utbytte av reduserte klimagassutslipp.

2.7.2 Merkostnad ved energioptimaliserte bygg

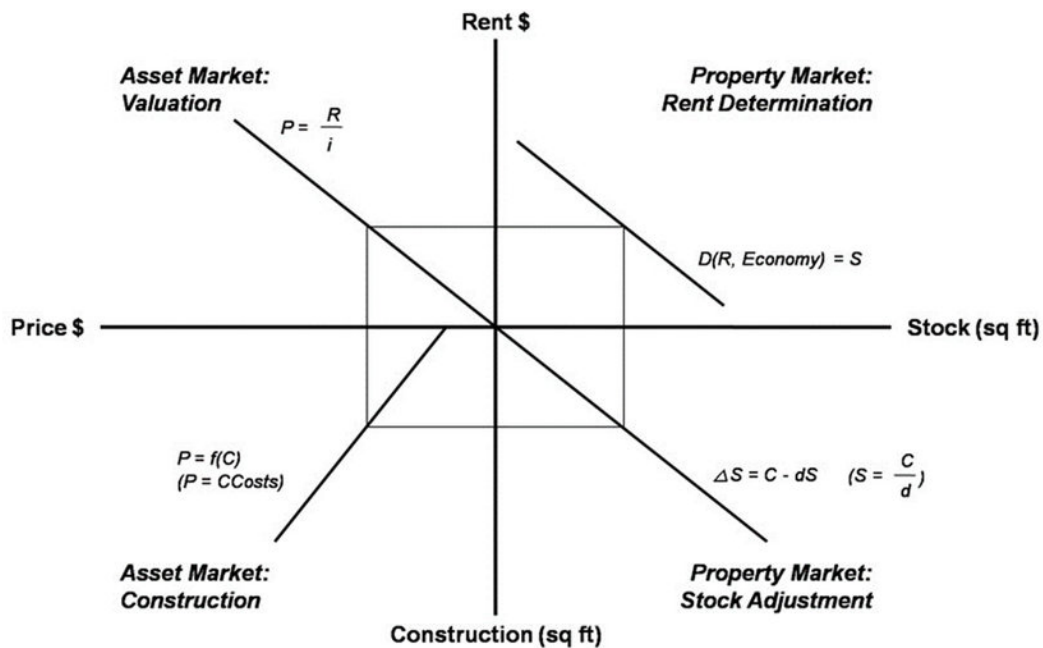
Dokka et al. (2009, s. 12) hevder at det er utfordrende å anslå merkostnaden for passivhus, grunnet byggeprosjektets kompleksitet, da ethvert prosjekt er unikt, med forskjellige elementer og faktorer (Dokka et al., 2009, s. 12; Nemry et al., 2010). Det poengteres også at usikkerheten er høy med hensyn til at det er få gjennomførte prosjekter, både til gjeldende forskrifter og opp til et passivhusnivå.

I tråd med globale og nasjonale forskrifter, poengterer Dokka et al. (2009, s. 16) at det ikke er tilstrekkelig å regulere kravene strengere og gi ut økonomiske insentiver. BAE trenger også kompetanse til å gjennomføre slike prosjekter. For å tilegne denne kompetansen, omfavner en stor kostnadspost til etterutdanning. I dag arbeider omlag 273 000 mennesker i BAE (SSB, 2024b), hvorav en betydelig andel (anleggsledere, formenn, byggmestere, o.l.) behøver kompetanseheving for at bransjen kan nå kravene til EPBD.

På en annen side medfører gjennomførelse av energieffektivisering og utslippskutt i BAE sysselsetting, som også påvirker økonomien i landet (European Commission, 2024a). EU estimerer at EPBD vil medføre en sysselsetting på 25 millioner mennesker i medlemslandene, hvorav de små bedriftene spesielt oppnår et utbytte. Dette fordi de utgjør 99% av EU sine byggefirmaer, og derav 90% av sysselsettingen i sektoren.

2.7.3 Markedsforhold

Markedsforhold er avgjørende innen eiendomsøkonomi, hvor tilbud og etterspørsel er fundamentalt (Bærug, 2017, s. 63-64). Om tilbudet er minimal, mens etterspørselen stor, vil ofte eiendommen være mer verdt. Om situasjonen er omvendt, må eiendomsbesitter kjempe hardere får å innhente leietaker, og må kanskje gå ned i leiepris. I figur 7 vises sammenhengen.



Figur 7. 4Q modell, hentet fra DiPasquale & Wheaton (1995, s. 12)

Figuren viser 4-kvadrant modellen hvor sammenhengen mellom leiemarkedet (Property market Rent Determination), eiemarkedet (Asset Market valuation), eiendomsutvikling (Asset Market Construction) og tilgjengelig bygningsmasse (Property Market Stock Adjustment) vises (DiPasquale & Wheaton, 1995, kap. 1). Om etterspørselen i leiemarkedet øker, viser modellen at det blir mindre tilgjengelig bygningsmasse, og eiendommens verdi øker, som bidrar til at eiendomsutviklingen også trolig vil øke. Effekten av økt etterspørsel på kort sikt, vil trolig gi økt eiendomspris. Likevel er det tidkrevende å utvikle eiendom, så lønnsomheten på lang sikt er mer usikkert.

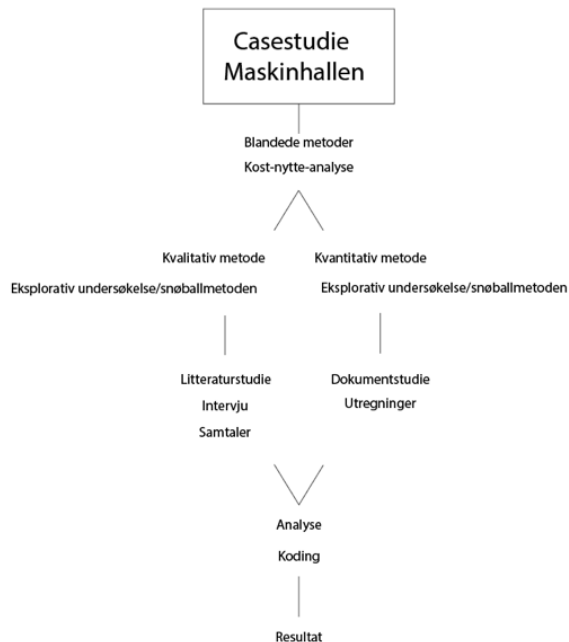
2.8 Oppsummering

De nye kravene fra EPBD omfavner mange aspekter i BAE, og tilknyttede sektorer. Dette skaper ulike ringvirkninger, som inkluderer energieffektivisering, etterspørsel i markedet og økonomiske forhold. Oppgradering av eksisterende bygningsmasse er også et nødvendig tiltak, der etterisolering og utskiftning er essensielt for å oppfylle EPBD.

Et transparent miljø med fokus på kunnskapsdeling og kontinuerlig oppfølging er avgjørende for å gjennomføre kravene. Videre er økonomiske insentiver og tilpasning til ethvert bygg viktige faktorer. Teknologisk utvikling for å gjøre gjennomføringen mest mulig kostnadseffektiv, samt innføring av strengere forskriftskrav er også viktige virkemidler.

3 Metode

I tilhørende delkapittel vil forskningens fremgangsmåte legges til grunn. Oppgavens overordnede metodikk er en case-studie, med blandede metoder hvor kost-nytte analyse blir gjennomført. Forskningens metodiske tilnærming er illustrert i figur 8.



Figur 8. Fremstilling av forskningens metodiske tilnærming. Selvprodusert illustrasjon.

I henhold til problemstillingen, ble case-studie en naturlig tilnærming grunnet mulighetsrommet det gir ved å dypdykke inn i en reell situasjon gjennom flere perspektiver. Dette begrenser dog forskningen til å bidra med en generalisering utenfor casens rammer. Likevel kan en trekke indikasjoner og likhetstrekk med andre lignende case og situasjoner. I henhold til dette vil casestudien benyttes som forskningsdesign som et enkeltcasesdesign med flere analyseenheter (Johannessen et al., 2010, s. 88). Dette omfavner informasjonsinnhenting fra flere perspektiver, men innenfor ett case.

Casestudien om Maskinhallen faller innenfor hovedgruppen «teoretisk fortolkede studier» (Andersen, 2013, s. 70-71). Dette er en tilnærming som drives av interesse for det spesifikke tilfellet som blir studert, samtidig som analysen av hvert enkelt tilfelle anses som et typisk eksempel på én eller flere kategorier av faktorer hvor det allerede eksisterer en viss forståelse. Eksisterende teori og tilnærminger brukes til å begrense, tolke og forklare disse fenomenene. I tillegg innhentes empirisk data som er relevant for caset, og en ser på ulike perspektiver innenfor samme case.

Som belyst i kapittel 2 eksisterer det teori vedrørende oppgavens problemstilling. Likevel er det en interesse for å vurdere lønnsomheten for den spesifikke casen, med tanke på indikasjonene det kan gi for eiendomsbesitter 1 og resten av bransjen. Formålet med en slik fortolkning er å benytte seg av eksisterende teori for å sette fokus på spesifikke case, samt redegjøre og strukturere empirisk datainnhenting.

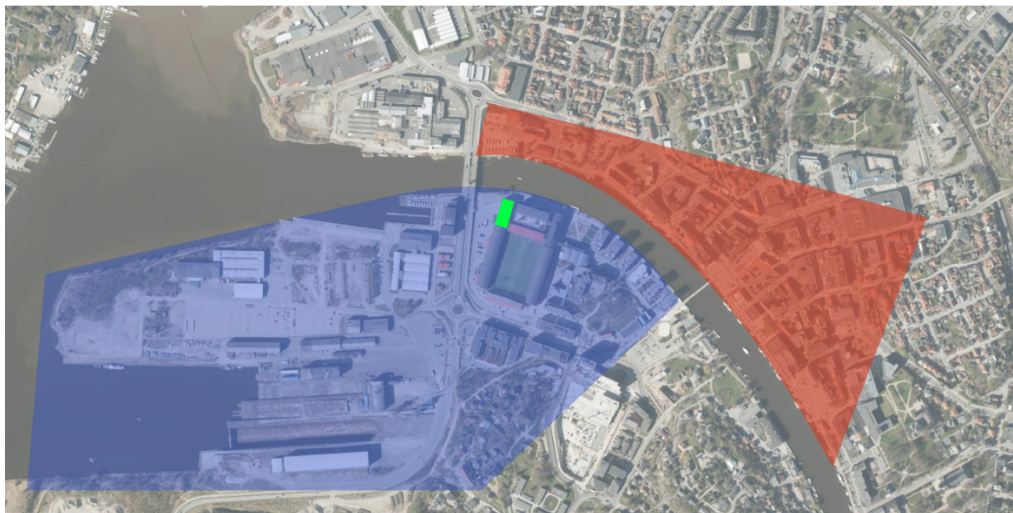
3.1 Case-studie

Andersen (2013, s. 14) definerer casestudier som «intensive kvalitative studier av en eller noen få undersøkelsesenheter». Studien tar for seg enkelttilfeller og ser på dens betydning, og forklares derfor som empirisk undersøkelse (Johannessen et al., 2010, s. 85; Yin, 2003). Det er følge Andersen (2013, s. 14) utallig definisjoner av case-studier, men et fellestrekk blant dem er at studien har en verdi som er avgrenset til casen sin kontekst, og dermed en begrenset verdi ved standardisering og generalisering.

Teoretiske fortolkende studier brukes ofte i situasjoner hvor en ikke har ressurser, kunnskap eller tid til å bidra til å utvikle håndfaste teorier (Andersen, 2013, s. 71). Dette er gjenkjennbart i denne forskningen, da både ressurser, kunnskap og tid er barrierer. Det er også svært utfordrende å utvikle konkrete teorier, gitt BAE-sektorens individuelle kompleksitet for hvert prosjekt.

3.1.1 Casestudie – Maskinhallen

Case-studien omhandler Maskinhallen i Fredrikstad, eid av Værste AS (heretter kalt eiendomsbesitter 1). Maskinhallen er et gammelt industribygg som tilhørte Fredrikstad Mekaniske verksted (FMV). FMV ble etablert i år 1870 og nedlagt i 1988 (FMV Vest, 2024), og i dag kalles området Værste. Området er vist i figur 9.



Figur 9. Utringet i blått er Værste-området og i rødt Fredrikstad sentrum. Maskinhallen er markert i grønt. Hentet fra Kommunekart (2024).

Industriområdet har gått fra å være et skipsverft til et stort utviklingsområde i byen. Område defineres som en av de mest attraktive utleieområdene i byen, sammen med resten av sentrumskjernen i Fredrikstad (Metra næringsmegling, 2023).

Maskinhallen tilhører et større bygg bestående av næring og Fredrikstad fotballstadion. Maskinhallen ble bygd mellom 1897-1922 (Arkitekt, personlig kommunikasjon, 8.mai 2024) og er registrert som kulturminne (Ramboll, 2013, s. 14). Med hensyn til byggets funksjon, er hallen bygd ut i flere trinn, når verkstedet hadde behov for mer areal. Derfor er byggeåret et sammensatt av flere årstall. Det har ikke vært aktivitet i bygget siden 1988.

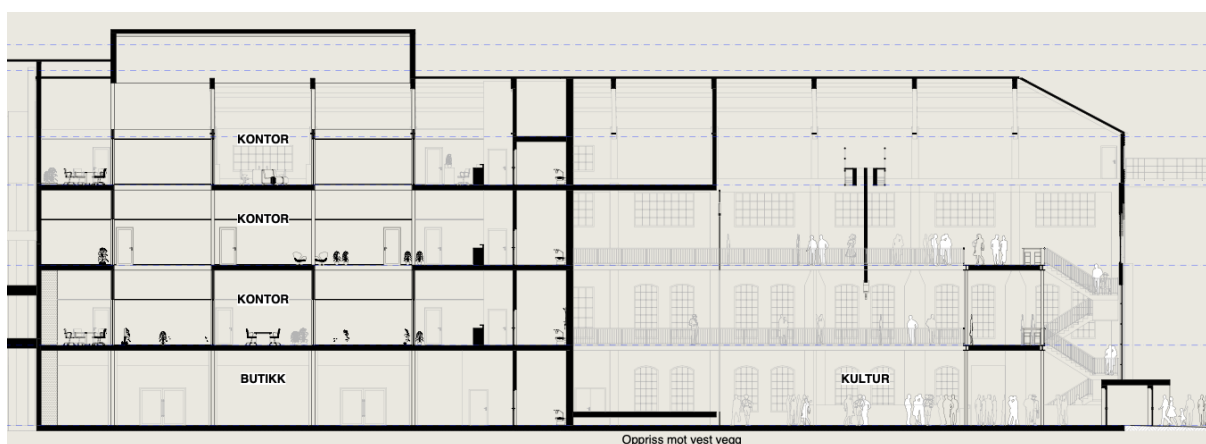
I tidligere reguleringsplan var det planlagt en fylkesscene på Maskinhallen. De åpnet opp for å rive Maskinhallen, og bygge nytt i samme uttrykk. Reguleringsplanen ble godkjent, men fylkeskommunen trakk prosjektet, som utgjorde at Værste AS fikk reguleringsplanen annullert. Reguleringen inneholdt mange forutsetninger som Værste AS var usikker på om var relevant for videre utvikling, og de var derfor ute etter en større frihet.

Det planlegges i dag at Maskinhallen skal oppgraderes igjennom et transformasjonsprosjekt. Hallen er i dag et skall av et bygg, uten rominndeling. Dette fordi bygget har blitt brukt til å arbeide med maskiner, hvor funksjonen var å dekke

arbeiderne for vind og vær. Med hensyn til dette, har det ikke vært noe varme og isolasjon bygget.

Transformeringen skal omgjøre hallen til en møteplass i Fredrikstad sentrum. Bygget skal deles i to, hvor én del vil bli omgjort til et konsertlokale, mens den andre delen vil være bestående av butikk og næring i første etasje, samt kontorer i de tre resterende. Det vil også bygges et tilbygg på én etasje, for begge inndelingene i bygget. BTA er om lag 2580 kvm til næring (ekskludert tilbygg), hvorav 800 m² av disse kan være butikk på plan 1.

I dag er prosjektet i kun idé-fasen, og ingen tiltak er fastsatt. Det økonomiske målet er å gå i null, og få en merverdi med hensyn til profileringen av prosjektet (Eiendomsbesitter 1, Personlig kommunikasjon, 22. januar 2024). Hittil er det arbeidet primært med planløsninger. Figur 10 viser forslag for inndeling.



Figur 10. Forslag til Maskinhallen sin inndeling. Tegning mottatt fra arkitekt (personlig kommunikasjon, 13. mars 2023).

Case-studien avgrenses til kontor- og næringsdelen for bedre sammenligningsgrunnlag og informasjonsinnhenting. Dette effektiviserer arbeidet med å undersøke lønnsomhet knyttet til isolasjonstykkelse, vinduer, bransjeholdninger og betalingsvillighet, da det er mer data på disse bygningstypene enn på konsertarealer.

3.2 Blandede metoder

Blandede metoder er «En tilnærming til forskning innen samfunns-, atferds- og helsevitenskap der forskeren samler både kvantitative (lukkede) og kvalitative (åpne) data, integrerer de to, og deretter drar tolkninger basert på de kombinerte styrkene til begge datasettene for å forstå forskningsproblemer» (Creswell, 2015, s. 17). Med denne tilnærmingen argumenteres det for at en skaper bedre innsikt i problemstillingen, da det skapes et helhetlig perspektiv på studien, og ikke et isolert syn på enten det kvantitative eller kvalitative tilnærmingen.

Mens kvalitativ metodikk tar for seg tolkning av tekst, bilder, intervjuer og lyd, tar kvantitativ metodikk for seg tallfestede og målbare data (Johannessen et al., 2010, s. 99). McKim (2017) tillegger at dette gir validitet og tillit i funnene.

I dag blir blendede metoder mer og mer brukt, da metodikken bidrar til å gi forståelse om en gitt situasjon (McKim, 2017). Informasjonen og dataen fra både kvalitativ og

kvantitativ forskning kobles sammen, hvorav den kvantitative fasen bidrar til å informere den kvalitative fasen.

Ved å gjennomføre blandede metoder ivaretas de kritiserte omtalene av både kvantitativ og kvalitativ studie. Kritikken omfavner at kvalitativ forskning mangler objektivitet og generaliserbarhet, og kvantitativ forskning mangler subjektive meninger fra de deltakende, samt tolkninger (McKim, 2017). Ved å bruke blandede metoder kvalitetssikrer en i større grad å ikke «gå glipp av» verdifull informasjon.

3.2.1 Kost-nytte-analyse

Kost-nytte-tilnærmingen omhandler å ta beslutninger på grunnlag av sammenligning av fordeler og kostnader (Brent, 2006, s. 3). Blandede metoder blir i denne forskningen utført i form av en kost-nytte-analyse hvor den kvantitative analysen gjenspeiler kostnadsbildet, og betalingsvillighet og aktørenes perspektiver innen problemstillingen er innhentet gjennom kvalitativ analyse.

Denne analysen bidrar til et tydelig bilde på om investeringen i merkostnaden for å oppnå en høyere energiklasse er verdt det med hensyn til betalingsvillighet. Brent (2006, s. 3) hevder at om fordelene er større enn kostnadene, vil aktiviteten være verdt kostnadene. I den sammenheng tar forskningsspørsmål 1 for seg den kvantitative analysen, mens de resterende underbygger første forskningsspørsmål. Dette ble utført for å kunne få et tallfestet resultat på lønnsomheten, for deretter å få en forståelse på effekten av tallresultatene. De kvantitative funnene ble også presentert for eiendomsbesitterne for å innhente kvalitativ informasjon om problemstillingen.

3.2.2 Eksplorativ undersøkelse og snøballmetoden

I følge Johannessen et al. (2010, s. 58) omfavner eksplorativ undersøkelse utvikling av nye synspunkt, hvor målsettingen er å forske på områder som er mindre kjent, som også er typisk for case-studier. I den sammenheng forklarer Tjora (2021, s. 287) at undersøkelsen tar for seg områder en vet lite om, noe som omfavner kompleksiteten i tilhørende forskningen.

Kompetansen ved fagfeltet i en eksplorativ undersøkelse kan være mangelfulle eller ikke ligge til grunn i det hele tatt (Johannessen et al., 2010, s. 58). Formålet i eksplorative undersøkelser er å legge givende problemstillinger til grunn for fremtiden (Johannessen et al., 2010, s. 58).

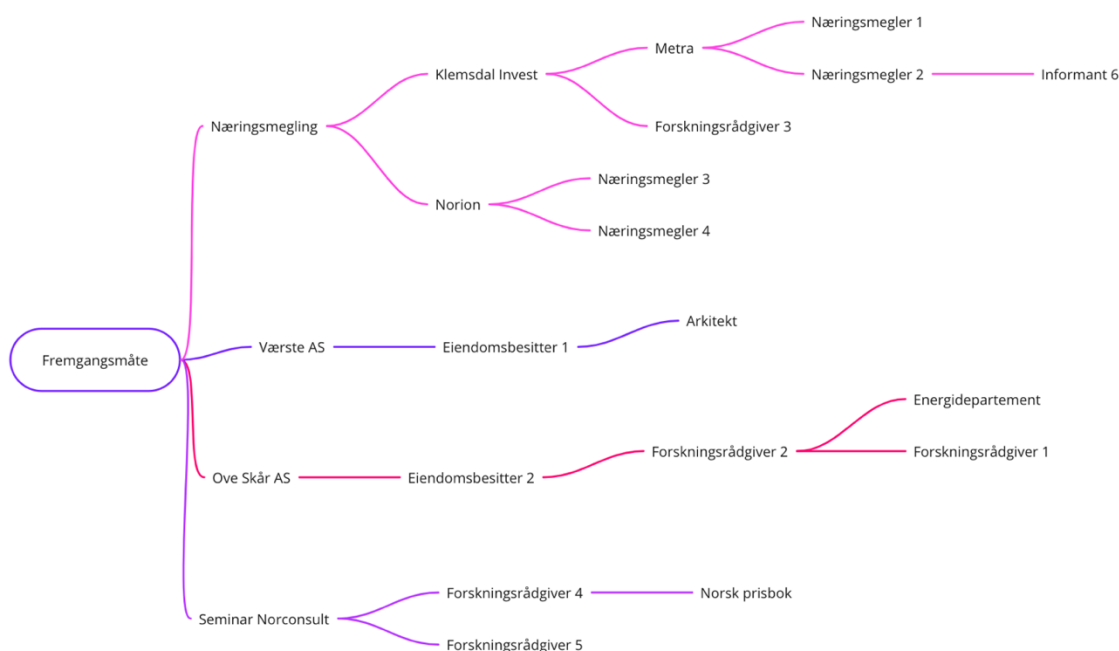
Eksplorativ tilnærming er i tråd forskningens problemstilling, med hensyn til det ukjente forskningsområdet. EPBD sine nye krav og et formål om å gi bransjen en indikasjon på hva som er lønnsomt er ukjent, men trolig givende informasjon for bransjen. For å gjennomføre den eksplorative undersøkelsen, har snøballmetoden vært en naturlig tilnærming for å innhente informasjon og informanter til forskningen.

Snøballmetoden omfavner at ballen blir større etter hvert som den ruller (Johannessen et al., 2010, s. 109; Tjora, 2021, s. 295), og er derfor ikke en forskningsmetode i seg selv. Metoden er ifølge Tjora (2019, s. 93) vanlig å benytte når det er utfordrende å finne tilstrekkelig informasjon og personer tidlig i forskningsprosjektet.

Forskningens problemstilling er kompleks og ukjent, hvor resultatene og fremgangsmåten er av høy grad ukjent på forhånd. Med en slik problemstilling, kan det argumenteres for at snøballmetoden er en nødvendig og essensiell fremgangsmåte. Dette også med hensyn til at metoden benyttes for å finne nye informanter i forskningen, ved å forhøre seg med allerede informanter (Johannessen et al., 2010, s. 109; Tjora, 2021, s. 295).

Til tross for hovedfokuset er på rekrutering av informanter, var tilnærmingen i kombinasjon med eksplorativ undersøkelse også nyttig i litteraturstudiet. Dette fordi det ble det fort bemerket at én tidsskrift førte til neste tidsskrift, ved hjelp av referanselisten og ny kunnskapstilegning. Slik ledet litteraturen videre til nye relevante søkeord eller kilder. Et eksempel er vedrørende EU-kravene, hvor nyhetsider førte videre til EU sine nettsider, som igjen førte videre til Norges lovverk.

Med hensyn til at det ikke er noe gitt litteratur på EPBD sin påvirkning, har det vært essensielt å forhøre seg i bransjen. Ved å ha en problemstilling som er ukjent, men givende, eksisterte det en interesse blant mange aktører. Interesse skapte et engasjement og motivasjon for å bistå med oppgaven, som er en av grunnene for at det er inkludert mange informanter, som vist i figur 11.



Figur 11. Snøballmetodens praktiske tilnærming. Selvprodusert illustrasjon.

På grunn av aktørenes kunnskapsmangel henviste flere informanter til andre personer som kunne kontaktes, noe som ga forskningen ulike tanker og perspektiver.

Tabell 4 viser en tydeligere oversikt over informantene.

Tabell 4. Oversikt over informanter med tilhørende benevnning, arbeidssted og arbeidstittel.

INFORMANTER	ARBEIDSSTED OG TITTEL
FORSKNINGSRÅDGIVER 1	Glava, sivilingeniør
FORSKNINGSRÅDGIVER 2	Sintef, seniorrådgiver
FORSKNINGSRÅDGIVER 3	Norbygg, kalkulatør
FORSKNINGSRÅDGIVER 4	Norconsult, avdelingsleder
FORSKNINGSRÅDGIVER 5	Norconsult, Doktoringeniør/fageekspert
FORSKNINGSRÅDGIVER 6	Business Controller, DnB
EIENDOMSBSITTER 1	Værste AS, prosjektleder
EIENDOMSBSITTER 2	Ove Skår AS, daglig leder
NÆRINGSMEGLER 1	Metra, sivilingeniør og selger
NÆRINGSMEGLER 2	Metra, næringsmegler
NÆRINGSMEGLER 3	Norion, næringsmegler
NÆRINGSMEGLER 4	Norion, analytiker/næringsmegler
ARKITEKT	Griff, arkitekt

3.2.3 Kvalitativ metode

Kvalitativ metode omfavner å undersøke situasjoner eller aktiviteter i form av å innhente informasjon for å skape en forståelse (Creswell, 2015, s. 73). I denne sammenheng nevner forfatteren at «kvalitativ forskning består av et sett med fortolkende, materielle praksiser som synliggjør verden. Disse praksisene forvandler verden.» Creswell, 2015, s. 73). Dette kan diskuteres i den form av at forfatteren selv og Andersen (2013, s. 13) nevner at kvalitativ forskning undersøker situasjoner, som gjør det utfordrende å skape en generalisering, og gir snarere en indikasjon om andre lignende situasjoner som forskningens kontekst. Likevel kan den kvalitative tilnærmingen i forskningen gi et innblikk i hva EPBD medfører i form av informantenes perspektiver.

Innenfor kvalitativ metode ble litteraturstudie, intervjuer og samtaler lagt til grunn for å innhente informasjon og forståelse om problemstillingen.

Litteraturstudie

Som en del av den kvalitative metodikken, var det naturlig å gjennomføre en litteraturstudie. En litteraturstudie er «en systematisk måte å samle og syntetisere tidligere forskning på» (Snyder, 2019). I følge Snyder (2019) er dette en «byggestein» i forskningen, forskningen bygger på eksisterende forskning.

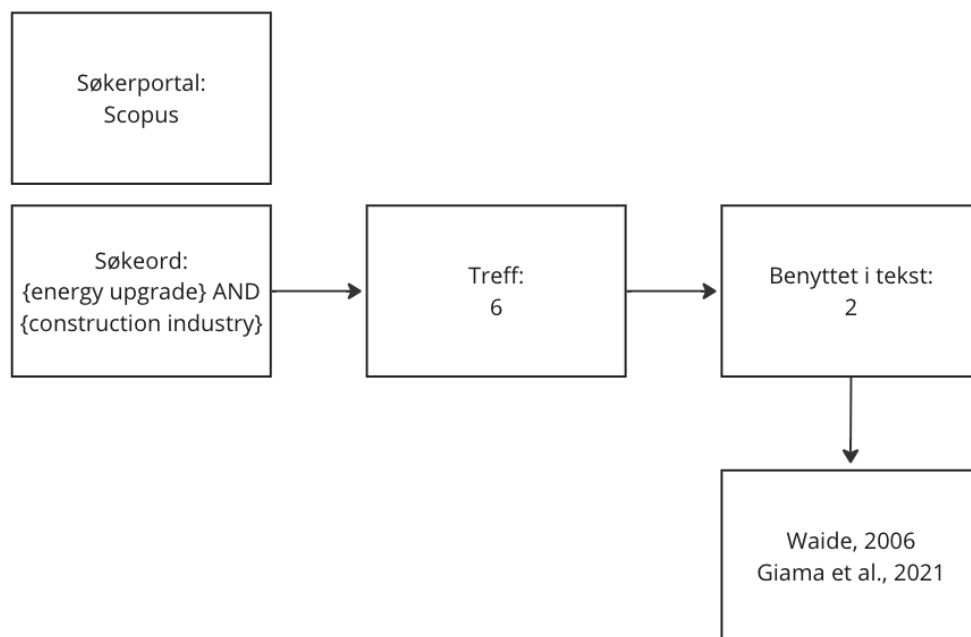
Litteraturstudien ble hovedsakelig gjennomført i startfasen av forskningen, for å skape et fundament og en innsikt i problemstillingen. Resultatene av studien fremkommer derfor hovedsakelig i teorikapittelet. Dette fordi det anses det som nyttig bakgrunnsinformasjon for problemstillingen, og vil føre til et innblikk i hvordan BAE praktiserer og har kommet frem til i dag. Relevant supplerende litteratur til informantenes innspill legges frem i resultatkapittelet.

For å skape validitet og tillit til forskningen, ble det brukt fagfelleverdert litteratur i litteraturstudien, ved å søke på akademiske databaser som Scopus og Science Direct. For å konkretisere og snevre inn søkefunnene, ble nøkkelord fra problemstillingen brukt, med krøllparanteser rundt fler ordbegreper for å sikre relevante treff. I tillegg ble akronymer utelatt og fagområdet inkludert i søket, som for eksempel {construction industry}, for å få relevante funn til riktig bransje.

For å optimalisere søkeprosessen ble det brukt Boolean søkeoperatorer som AND, OR, og NOT, for å lage presise og spesifikke søkestrenger (Muhammad, 2017). «NOT» kan ekskludere nyttige kilder, og ble derfor unngått for å sikre inkluderingen av relevante treff.

For å finne de mest relevante referansene ble abstraktene lest ved søk med under 15 treff. Ved søk med mer enn 15 treff ble titlene på de cirka 30 første artiklene vurdert. Dersom titlene var relevante, ble abstraktene lest.

Figur 12 viser et eksempel på søkeprosessen.



Figur 12. Eksempel på søkeprosess. Selvprodusert illustrasjon.

Analysen av kilden besto deretter av å lese underoverskrifter, for deretter å nærlese teksten. Videre ble stikkord fra analysen notert, for deretter kodet (se punkt 3.4.1).

I tillegg til litteraturen som er funnet ved litteraturstudien, tilsendte flere av informantene rapporter, tekster, statistikk og nyhetsoppslag. Eksempler er Norion sin henvisning til Otervik & Haugen (2024) og Metra til deres markedsrapport. Med hensyn til forskningens samfunnsrelevans og medieoppmerksomhet, ble det funnet nyttig informasjon i nyhetssaker, lovverk og rapporter. Det ble brukt lite bøker, med hensyn til informasjonen i digitalt lovverk og tidsskrifter er mer daterte.

Semistrukturert dybdeintervju

For å innhente empirisk informasjon, var semistrukturerte dybdeintervju viktig å gjennomføre. I semistrukturerte intervjuer har intervjueren en intervjuguide, samtidig som intervjuobjektet har et stort rom for å svare (Bryman, 2012, s. 471). Spørsmålene er ofte åpne, og intervjuobjektet kan derfor svare i foretrukket «retning». Intervjuguiden er mer som en hjelp til å holde seg innenfor gitt tema, og er ikke gitt at de blir stilt ordrett til objektet (Johannessen et al., 2010, s. 137). Denne strukturen kan være en kvalitetssikring for å holde forskeren innenfor gitt tema. Situasjoner hvor intervjueren får nye spørsmål i henhold til svarene objektet gir, er også normalt.

Semistrukturerte intervjuer passer godt inn i situasjoner hvor forskeren begynner studien med et nokså tydelig fokus, men samtidig ikke helt fastsatt. Intervjuet blir ofte formulert etter hva objektet anser som viktig å forklare og forstå av problemstillingen (Johannessen et al., 2010, s. 139).

Semistrukturert intervju var en fornuftig intervjuform i forskningen, med hensyn til usikkerheten rundt tema. Intervjuguiden var overordnet, men synspunktet og perspektivet til intervjuobjektet ledet ofte veien til mer detaljerte spørsmål. I tråd med dette, ble det før hvert intervju utarbeidet en intervjuguide for å ha en kvalitetssikring

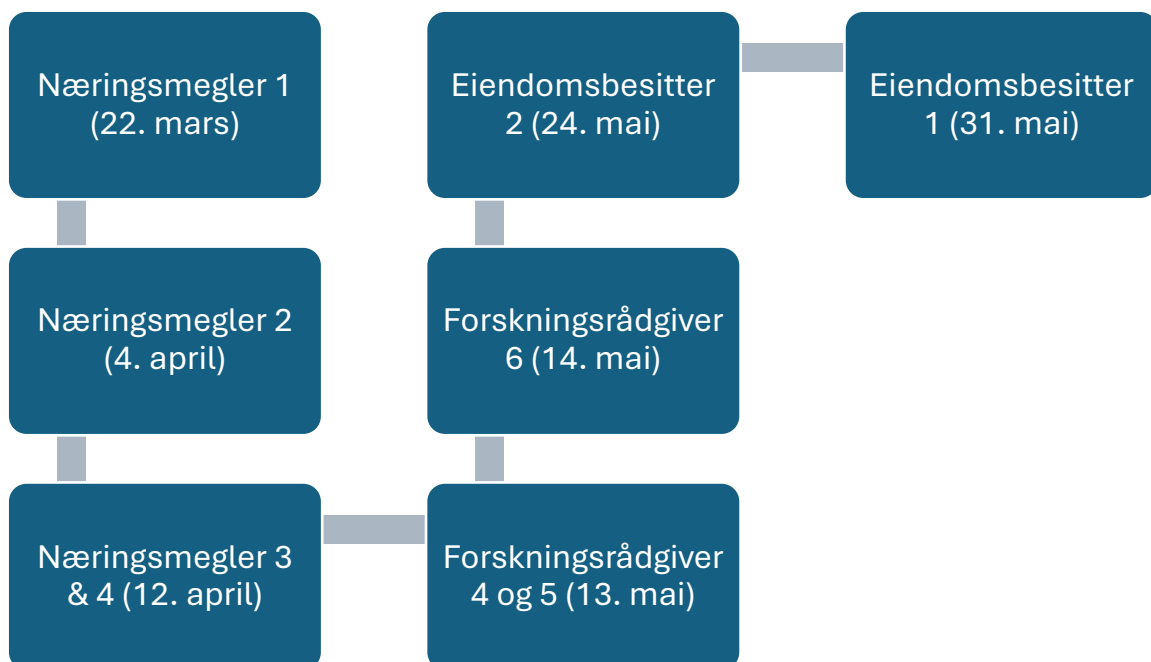
under intervjuet. Som et resultat av snøballmetoden ble intervjuguiden revidert etter hvert som «ballen rullet» (se [vedlegg 1-3](#) for intervjuguiden). Dette skyldtes økt personlig kunnskapsgrunnlag og varierende kunnskapsområder blant deltakerne innen hvert fagområde.

Intervjuene var ofte preget av en mer samtalepreget tilnærming, da objektene ofte var usikre på EPBD. Dette resulterte i en informasjonsformidling fra begge parter. Slik ble intervjuobjektets perspektiv i stor grad belyst, som var til fordel for problemstillingen.

Semi-strukturerte intervjuer kan lede til iterative prosesser (Bryman, 2012, s. 472). Dette i henhold til den åpne formen på intervjuet, kan lede forskeren inn på nye tankesett og veier, for å oppnå svar på problemstillingen. Dette var som nevnt en del av snøballmetoden hvor ny informasjon på møter og intervjuer, ledet til nye litteratursøk og prosesser. Intervjuene ble på mange måter møter som førte til en stor fremgang i forskningen, hvorav det effektivt ble kartlagt like og ulike holdninger i bransjen.

I tråd med de iterative prosessene, ble det etter den kvantitative analysen gjennomført intervjuer med begge eiendomsbesitterne separat. Her ble kvantitative funn presentert, for å få et innblikk i deres tanker. I tillegg til dette, var det av vanlig praksis å fremlegge tanker og synspunkt av tidligere intervjuobjekter anonymt til nye intervjuobjekter, for å kartlegge likheter og ulikheter. Et eksempel er næringsmeglernes tanker om grønne lån til forskningsrådgiver 6.

Totalt ble det gjennomført åtte semistrukturerte intervjuer, som vist i figur 13.



Figur 13. Oversikt over intervjuene. Selvprodusert illustrasjon.

Alle intervjuene foregikk digitalt, foruten næringsmegler 1, 3 og 4. Dette med hovedgrunn i lokasjon.

Møter

Det ble også gjennomført flere møter. Dette var samtaler gjennom Teams, hvor en intervjuguide ikke lå til grunn. Formålet ved disse møtene var å innsamle kunnskap og informasjon om problemstillingen. Sintef og Norconsult var begge informanter som bisto, hvorav førstnevnte informerte om ZEB og Norconsult ga opplæring i Norsk Prisbok.

Det ble også gjennomført to kartleggingsmøter med eiendomsbesitter 1, hvor vedkommende inkluderte arkitekt i første møte, og driftsansvarlig for deres bygg i andre møte. Her ble det kartlagt hvilke data som var relevant å motta til forskningen. Disse møtene var nyttig i forhold til den kvantitative studien, hvor det ble mottatt relevant informasjon i dokumentanalysen.

Transkribering

Intervjuene og samtalene som ble gjennomført i forskningen ble med tillatelse fra informantene tatt opp igjennom lydopptak. Dette for å unngå å notere under intervjuene, og heller være «til stedet», og stille de rette spørsmålene.

Sand & Reidunsdatter (2018) anbefaler å transkribere ordrett og til bokmål, for å unngå omformuleringer etter forskerens perspektiv og uttrykksmåter, samt gjøre notatene mer forståelig. Informasjonen fra intervjuene ble anonymisert og informasjonsskriv (se [vedlegg 4](#)) om bruk av intervjuinformasjonen ble tilsendt til objektene på forhånd.

3.2.4 Kvantitativ metode

Kvantitativ metode omfavner datainnsamling, og en analyse av dataen (Johansen, 2007). Målbare tall ble innhentet og brukt i enkle utregninger. Ifølge Phakiti et al. (2018, s. 68) hjelper kvantitativ analyse forskeren med å tolke resultatene objektivt.

Store deler av den kvantitative studien ble innhentet i forbindelse med kvalitativ studie, som derav ble en integrert prosess. Likevel krevde den kvantitative metoden studie og analyse av dokumenter, og det ble derfor gjennomført et dokumentstudie. Det ble også gjennomført utregninger og kalkyler innen økonomisk lønnsomhet.

Dokumentstudie

I følge Bowen (2009) er dokumentstudie spesifikt rettet. I den sammenheng poengter Merriam & Tisdell (2015, s. 163) at dokumenter kan være mange forskjellige ting, fra tekst og data til fotografier. Dette resulterer i mangel på en eksplisitt forklaring på hva en dokumentstudie er Merriam & Tisdell (2015, s. 164). En fellesnevner er likevel at dokumentanalyse omfavner en gjennomgang og evaluering av eksisterende materiale og kan bidra til å oppnå forståelse og utvikle empirisk kunnskap (Karppinen & Moe, 2012, s. 3).

I følge Morgan, (2022) blir dokumentstudier brukt ved kvantitativ analyse for å forstå data, ved å studere tall og statistikk. I forskningen ble dokumentstudiet brukt både for den kvalitative og kvantitative analysen, mest for å innhente talldata til kvantitative beregninger. I den kvantitative analysen krevdes det at dokumentene ble studert og tolket for å gi mening i den gitte konteksten. Dette fordi dokumentene som regel er utarbeidet i andre formål enn selve forskningens kontekst (Bowen, 2009). Innenfor den

kvalitative analysen ble dokumentstudie gjennomført i forbindelse med innhenting av produkttyper. Relevante dokumenter i den kvantitative forskningen var skjemaer fra nettsider som Enova og Norsk prisbok (NP), dokumenter mottatt av eiendomsbesitter 1 av plantegninger, budsjetter og lignende, samt utregninger mottatt skriftlig av informanter.

Tilnærmingen har i følge Bowen (2009) fokus på å analysere dokumenter som gir data igjennom utdrag eller sitater, som deretter organiseres i kategorier. Dokumentstudier er en effektiv metode, med høy tilgjengelighet. I tillegg er det kostnadseffektivt, ikke påtrengende, upåvirket av forskningsprosessen og stabil.

I henhold til case-studien har dokumentstudia vært høyst nødvendig for å innhente informasjon som kan knyttes til Maskinhallen, samt direkte informasjon om Maskinhallen. Likevel har det vært mye data, som har vært tidkrevende å analysere og sortere. Som gitt av Bowen (2009), omhandler dokumentstudia datavalg fremfor datainnsamling, noe som stemmer overens med effektiviteten. Innsamlingen besto av å etterspørre relevante interessenter, fremfor å bruke lang tid på litteraturportaler. Likevel har det vært krevende å innhente dataene, grunnet interessentenes tidsmangel. Derfor har det i noen tilfeller oppstått lang ventetid ved mottakelsen av dokumentene. Med hensyn til dette, er det i denne forskningen ikke gitt at nødvendig data er av høy tilgjengelighet. Dataen som er på internett, og av offentlig informasjon er derimot av høy tilgjengelighet. Dette vil med andre ord si at dette punktet kan være både utfordrende og en styrke ved dokumentstudiet.

Dokumentstudie er en kostnadseffektiv studie, da dataen allerede er samlet inn i ulike dokumenter (Bowen, 2009). Dokumentene er tilgjengelig digitalt, som gjør at innhentet informasjon enkelt kan deles kostnadsfritt. Dette vil si at kostnadsestimater, typiske u-verdier og lignende allerede eksisterer, men må bearbeides til gitt case. I denne sammenheng er det med likhet til litteraturstudie, viktig å vurdere kvaliteten, validiteten og alder på dokumentene. I kvantitativ sammenheng har det vært utfordrende å benytte seg av eldre verk grunnet statistikk og at markedet endrer seg kontinuerlig. Imidlertid har referansene bidratt til inspirasjon for å finne dagens verdier, data og statistikk. I noen tilfeller var studiene også relevante, i form av indikasjoner og basis informasjon. Med dette menes informasjon om eksempelvis u-verdier, eller kostnadsdrivere og fremgangsmåter i BAE.

I forhold til at studien ikke er påtrengende og upåvirket av forskningsprosessen, er det noe skilnader fra utsagnene til Bowen (2009) i henhold til denne forskningen. På en side må en i noen settinger være påtrengende for å innhente informasjonen. Likevel er ikke dokumentene eksplisitt påvirket av forskningsprosessen, men innhenting kan være påtrengende.

Dette kan også knyttet til forskningens refleksivitet, derav en bevissthet om ens egen rolle og innflytelse i forskningen som bunner i sosiale interaksjoner (Karppinen & Moe, 2012, s. 3). I en dokumentstudie, blir en ikke påvirket av interaksjoner med andre, som gjør at en ikke på en slik måte blir formet av en annens synspunkt. Likevel er dokumentene utarbeidet av personer, som gjør at en blir på en indirekte måte påvirket av personen(es) synspunkt selv om. I tillegg kan en bli påvirket av de som eventuelt gir deg dokumentene, eksempelvis eiendomsbesittere.

I tråd med overstående avsnitt, er dokumenter stabile. Det er øyeblikksbilder som er frosne, slik at en kan analysere samme dokumentene igjen og igjen. Dette gjør at forskerens tilstedeværelse ikke påvirker forskningen i samme grad som eksempelvis intervjuene. Dette fordi faktaene som ligger til grunn, kan både analyseres med «klart og uklart hode».

Utrekninger

I den kvantitative analysen ble det raskt et behov for rådføring med fagpersoner, med hensyn til at det ikke er konkrete krav for isolasjonstykkelser og produkttyper innen vindu og isolasjon ved de ulike energiklassene. Utrekningene har foregått i Excel, og er basert på innhentet og mottatt data.

For oppgavens struktur vil dette underkapittelet deles opp tilsvarende som resultatkapittelet. Formlene ligger til grunn i [vedlegg 6](#).

Energibehov Maskinhallen

For å kartlegge lønnsomheten ved oppgradering av eksisterende bygningsmasse, ble caset brukt som et fundament. Først var det nødvendig å kartlegge energibehovet for Maskinhallen for å ha et fundament for lønnsomhetsutregningene. Prosessen startet med å innhente typiske u-verdier for energiklasse A og C innenfor vindu og isolasjon for gulv, tak og fasader. Dette bydde på utfordringer, grunnet byggeprosjektets unike kompleksitet.

Ingen fasit

Det er ikke alltid slik at en bestemt isolasjonstype og -tykkelse eller vindustype, direkte bestemmer hvilken energiklasse et bygg får. I tillegg finnes det et bredt utvalg av isolasjonstyper og vinduer på markedet, noe som gjør at ingen løsning gir en eksakt fasit eller fremgangsmåte for hvilken energiklasse bygget vil oppnå. Dette avhenger blant annet av materialer og konstruksjon, teknisk tilstand, lokasjon, samt isolasjon og vinduer.

Med dette som utgangspunkt ble det essensielt å sette teoretiske forutsetninger som ga mest mulig realistiske indikasjoner. Som nevnt i punk 2.2.2 har Standard Norge gitt typiske eksempler på u-verdier for passivhus. Enova har også definert forutsetninger for de ulike energiklassene, hvor energiklasse A krever oppfyllelse av tilsvarende standard (NS 3701:2012). Med dette som bakgrunn er det derfor naturlig å bruke kravene fastsatt for vinduers u-verdi og anbefalt isolasjon i NS 3701:2012 for energiklasse A.

Enova har satt forutsetning for å energiklasse C, ved at det krever TEK10 og varmegjenvinning med 80 % (Enova, 2024-c)., Med hensyn til dette, ble TEK17 lagt som forutsetning for å nå energiklasse C, da TEK10 og TEK17 har like energikrav. Denne masteroppgaven vil hovedsakelig kun ta for seg energikarakteren, i henhold til problemstillingens fokusområde, og derfor vil ikke det bli tatt hensyn til varmegjenvinningen. Likevel vil oppvarming bli nevnt som en sammensatt del av energimerkingen.

Typiske u-verdier

Med hensyn til mangelen på fasit, ble det innhentet typiske u-verdier for Fredrikstad-området, for å få en indikasjon på Maskinhallens u-verdier. Dette fordi klima, solforhold og flere eksterne faktorer er de samme for området. Denne informasjonen var nyttig med hensyn til kostnadsberegningene av energiklassene, da en kan kartlegge produkttyper og isolasjonstykkelser ut fra u-verdiene. Dataen ble mottatt av forskningsrådgiver 3, gjennom tilsendte energiattester.

U-verdier for energiklasse A og C Maskinhallen

I forbindelse med gjennomlesing av Dokka et al. (2009) var isolasjonsleverandøren Glava en av deres samarbeidsparter. Glava ble dermed kontaktet, hvor forskningsrådgiver 1 forble en samarbeidspartner gjennom forskningen.

Det ble først naturlig å starte med å kartlegge dagens u-verdier innen vindu og isolasjon for Maskinhallen, basert på en rekke antagelser i NS-EN ISO 6946. Dette ble dog sammenlignet med typiske u-verdier mottatt fra forskningsrådgiver 3, for å kvalitetssikre informasjonen.

Deretter ble antatte u-verdier for å nå energiklasse A og C lagt til grunn, med enighet om forutsetninger nevnt ovenfor. Dette var nødvendig for å kunne regne ut kWh besparelser per kvadratmeter mellom dagens utgangspunkt og kommende løsning. Arbeidet var også essensielt for å kartlegge hvilke produkter som var nødvendig for å nå de ulike u-verdiene i energiklasse A og C.

Besparelse for de ulike bygningsdelene er basert på forskjellen i u-verdier, samt temperaturdifferansen i Fredrikstad de syv kaldeste månedene de siste fem årene. Inkluderte måneder er oktober til april. Grunnen til at det kun er medregnet syv måneder bunner i at varmetapet hovedsakelig foreligger disse månedene. Det er også forutsatt en innetemperatur på 20 grader.

For å se på forskjellene mellom u-verdiene og kWh besparelsene for de ulike energiklassene i en økonomisk sammenheng, ble det ved utregninger gitt økonomiske besparelse per kvadratmeter, se formel 2 i [vedlegg 6](#).

For å kvalitetssikre forskningsprosessen, ble det i tillegg til den kvalifiserte produktinformasjonen fra forskningsrådgiver 1, innhentet kvalifisert informasjon fra Eiendomsbesitter 1 og deres interne dokumenter. Dette for å sammenligne de ulike perspektivene.

Kostnader

I tråd med forskningsrådgiver 1 sine estimerte u-verdier, besparelser og produktanbefalinger, ble et prisestimat for løsningen gitt av teknisk rådgiver. Deres prisestimerting ble lagt til grunn, ved å henvise til priser fra nettsider av byggeleverandører som plankepriser.no og byggeshop.no.

Kostnadene ble delt på Maskinhallens bruttoareal (BTA) for å beregne pris per kvadratmeter, tilsvarende Nemry et al. (2010).

Sammenligning Glava og Norsk prisbok

For å skape en robusthet og et eierskap i forskningens resultater, var det også nødvendig å utføre kostnadskalkyler gjennom egen prisinnhenting. Dette kvalitetssikret også at forskningen ikke blir subjektiv etter forskningsrådgiver 1 sitt perspektiv. Med rådgivning fra Norconsult, ble det utarbeidet kalkyler basert på estimater fra NP. Vinduer lagt også lagt til grunn, da dette naturligvis ikke ble kalkulert i forskningsrådgiver 1 sine prisberegninger. Beregningene ble sammenlignet med forskningsrådgiver 1 sine estimater

Norsk Prisbok gir erfaringspriser basert på de siste 30 årene, og prisene justeres to ganger årlig. Revideringer skjer med hensyn til markedspriser som oljepris og stålpriser. Nye elementer, som solcelleanlegg, legges også til, noe som gjør at prisboken oppdateres jevnlig. Likevel nevner Norconsult at prisboken ikke er komplett, spesielt innenfor nisjer. For eksempel kan det være 1-2 typer solcelletyper inkludert, men ikke alle eksisterende typer. Dette gir likevel en god indikasjon på kostnader, noe som er essensielt og tilstrekkelig i tidligfasen.

Før innhenting av estimater fra NP ble innhentet, var det behov for å kartlegge andel med vinduer for Maskinhallen. Siden beregningene skal gi indikasjoner og åpne for sammenligningsmuligheter snarere enn en fasit, ble måleverktøyene i Adobe Acrobat brukt. Fasaden på fasadetegningene ble målt, samt vinduenes høyde og bredde. Deretter ble arealet for fasaden regnet ut ved å multiplisere tegningens høyde og bredde. Med hensyn til at vinduene i hver etasje hadde ulikt areal, ble vinduenes lengde og bredde utregnet for de tre øverste etasjene. Første etasje ble ekskludert, da etasjen kun har inngangsdører. Fasadens areal ble dividert med vinduenes areal, for å finne vindusprosenten. Med slike løsninger, ble arbeidet effektivisert ved at en selv kunne utføre regningen, og en gjorde seg mindre avhengig av fagpersoner.

Ved innhenting av prisestimater i NP ble det gitt noen forutsetninger. Elementkostnadene som ble innhentet var uten påslag, som vil si at det kun er investeringen for selve elementet som inkluderes, derav elementkostnaden. Dette gjelder også forskningsrådgiver 1 sine kostnadsberegninger.

Det ble også satt forutsetninger i henhold til at programmet har ferdigsatte elementer med tilhørende prisestimater. Det var ikke identiske kategorier som forskningsrådgiver 1 sine produktforslag, naturligvis grunnet Glava har egne produkter. Likevel ble samme isolasjonstype benyttet, som for eksempel mineralull. I tillegg var ikke isolasjonstykkelsen den samme, som resulterte i at tykkelsen på estimatene i NP ble multiplisert med forskningsrådgiver 1 sine tykkelsesforslag. Det var også utfordrende å finne takpriser, så verdier for skrått tak ble brukt, selv om Maskinhallen har buet tak. For fasadene ble det brukt elementer av mineralull mot betongvegg, men i Maskinhallen er det noe tegl. Med andre ord ble forskningsrådgiver 1 og informasjon mottatt vedrørende caset brukt som fundament for innhenting av estimater i NP.

Maskinhallen knyttet til NP

Videre i utregningene, ble det relevant å gå videre med prisene i NP, grunnet inkluderingen av vinduene. Ved innhenting av estimatprisene, ble det i den sammenheng relevant å trekke inn hvordan prisene i NP utgjorde for hele Maskinhallen. Utregningen ble gjort for elementprisene fra NP i energiklasse A og C.

Driftskostnad

I NP var det gitt årskostnader for hvert element per kvm. I denne sammenheng, ble dette brukt til å beregne driftskostnadene.

Videre ble differansen mellom driftskostnadene av elementene i energiklasse A og C lagt til grunn.

Driftskostnad energi

Det ble raskt observert at kalkylen ble misvisende, om en ekskluderte energiprisene. Dette fordi driftskostnadene innenfor energiklassene utgjør en forskjell, med hensyn til lekkasjetallene.

For å innhente driftskostnader innen energi, ble Enova sin tabell med øvre grense kWh per kvm for de ulike energiklassene benyttet, se [vedlegg 5](#) (Enova, 2024.-c). Dette måtte først kartlegges for å regne ut årlige energikostnader. Likevel var det uvisst hvor mye kWh en maksimum kunne forbruke i Maskinhallen i hver energiklasse. Derfor måtte formelen vendes om til en ligning, som vist i formel 7, [vedlegg 6](#).

For å finne årlig driftskostnader innenfor energiforbruk ved energiklasse A og C, ble gjennomsnittlig strømpris i Fredrikstad 2023 regnet ut. Utregningen ble brukt som utgangspunkt til å finne årlige og månedlige driftskostnader, og innen livsløp. Formelen ble også nedskalert til øvre grense levert energi per kvadratmeter, for å kunne benytte summen i kalkylen for nedbetalingstid i formel 9, [vedlegg 6](#).

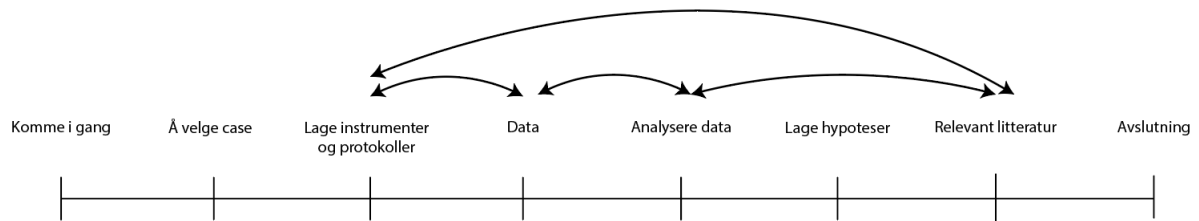
Nedbetalingstid

For å kartlegge lønnsomheten av investeringen, ble nedbetalingstid kalkulert. I kalkylen er kun investeringskostnaden av vindu og isolasjon i vegger, tak og gulv, inkludert, samt driftskostnader for elementene og for energi. Alle tilhørende kostnader er ekskludert. Dette for å isolere indikatorene ved vindu og isolasjon på en forenklet måte. Det er også lagt til leieinntekt, hvor prisene er innhentet fra næringsmegler 1, på om lag samme lokasjon som Maskinhallen.

For å illustrere når investeringene er nedbetalt ble nullpunktet illustrert ved hjelp av et linjediagram.

3.3 Forskningsprosessen

I forskningsprosessen er det tatt utgangspunkt i Eisenhardt (1989, s. 533) sin tabell hvor gjennomførelsen av forskningsprosessen i et casestudie er forklart med åtte steg vist i figur 14. I denne forskningen er det tatt utgangspunkt i tilhørende prosess, hvor de viktigste aktivitetene presenteres nedenfor.



Figur 14. Forskningens iterative fremgang. Selvprodusert illustrasjon bearbejdet fra Eisenhardt (1989, s. 533).

Det er viktig å stille seg kritisk til tabellen vedrørende forskningsprosessen, da det er ikke gitt at rekkefølgen er identisk og tilpasset enhver forskningsprosess (Andersen, 2013, s. 39). I en casestudie, blir det forvirrende med en stegvis prosess da det i utgangspunktet skal være en iterativ tilnærming, som også illustrert i figuren.

En negativ effekt av en slik prosess kan være begrensning som potensielt kan utgjøre at en går glipp av viktige funn (Andersen, 2013, s. 39). Trinnene er relevante og er av verdi. Likevel er ikke rekkefølgen det viktigste elementet vedrørende tabellen. Det er snarere forbindelsen mellom stegene, da en case studie ofte er iterativ. Likevel er det viktig å gjennomgående være bevisst på opprinnelige avgrensinger og grunnprinsipper, slik at en ikke går utenfor problemstillingens kontekst.

3.3.1 Komme i gang

Første trinn er å *komme i gang* med forskningen hvor fundamentet skal etableres. Retning for forskningen, samt utarbeidelse av problemstilling er hovedaktivitetene i denne fasen (Eisenhardt, 1989, s. 536).

Proessen startet med å bygge videre på tidligere oppgave innen emnet "teori og metoder for masteroppgaver» som fungerte som et forprosjekt for masteravhandlingen. En litteraturstudie ble også gjennomført for å kartlegge eksisterende forskning og skaffe et kunnskapsgrunnlag. Veiledninger og møter med eiendomsbesitter 1 og 2 ble holdt for å få innblikk i hva bransjen er interessert i.

3.3.2 Å velge case

Neste steg er å velge case og snevre inn problemstillingen gjennom grundige litteratursøk for å unngå allerede løste problemstillinger (Eisenhardt, 1989, s. 536-537).

Etter møtene med eiendomsbesitterne ble problemstillingen tydeligere, kombinert med deres ønsker, personlig interesse og relevant litteratur. Valget falt deriblant på lønnsomhet innen energiklasse A og C grunnet, grunnet tilhørende bygg til Maskinhallen er i energiklasse C. Med dette, var det enkelt å innhente data om denne energiklassen. Energiflasse A ble valgt som et ytterpunkt, i henhold til at dette er den høyeste energiklassen.

3.3.3 Lage instrumenter og protokoller, samt data og analyse av data

Tredje steg var å lage instrumenter og protokoller for å samle både kvalitative og kvantitative data (Eisenhardt, 1989, s. 537-540). Fjerde steg handlet om datainnsamling og tidlig analyse for å sikre at relevant data ble innhentet og vurdert. Dette innebar en

overlapp mellom datainnsamling og dataanalyse for å justere og kvalitetssikre innsamlingsprosessen. Femte steg var en grundig analyse av dataene for å øke kunnskapen om caset og kartlegge foreløpige resultater.

I steg tre til fem ble data kontinuerlig innhentet og analysert for å justere innsamlingsmetodene etter behov. Dette omfattet kartlegging av informanter og kostnadsestimater for isolasjon og vinduer. Med dette, ble en kombinasjon av steg tre-fem naturlig.

I formål om en robust forskning, ble det deriblant utført intervjuer med næringsmeglere i forskjellige byer for å få flere perspektiver. Det ble kontaktet næringsmeglere både i Fredrikstad, hvor case-studien var lokalisert, og i Trondheim, hvor masteravhandlingen ble skrevet.

Et annet eksempel på overlapp, var intervjuet med forskningsrådgiver 6 for å forstå hvordan grønne lån og finansiering for rehabiliteringsprosjekter fungerer i praksis. Dette intervjuet var nyttig for å få nøyaktige svar på spørsmål knyttet til problemstillingen, og bidro til å komplettere den kvantitative analysen med praktisk innsikt.

3.3.4 Lage hypoteser

Neste steg er *lage hypoteser* for å finne indikasjoner for hvorfor sammenhengene er slik de er. Dette bidrar til å styrke påliteligheten for casen (Eisenhardt, 1989, s. 541).

Blandede metoder innebærer innhenting av både kvalitativ og kvantitativ data for en helhetlig forståelse, mens hypoteser er vanlig i kvantitative studier for å teste antagelser empirisk. Grunnet formålet er å utforske variasjonen mellom energiklasse A og C uten gitte antagelser, og derfor er hypoteser mindre hensiktsmessig. Steget er likevel nyttig for å forstå sammenhenger og variabler, noe som kan ha overføringsverdi til bransjen.

3.3.5 Relevant litteratur

Syvende steg er å dykke dypere inn i relevant litteratur for å styrke sammenligningsgrunnlaget og øke validiteten og anvendelsesverdien av studien (Eisenhardt, 1989, s. 545).

Litteratur var viktig gjennom hele forskningen, særlig etter hoveddelen av informasjonsinnhenting og -analysen. Empirisk datainnhenting har kontinuerlig avdekket behov for teoretisk utdypning. Nye begreper som har oppstått gjennom informanter og litteratur, som lekkasjetall og jordvarme, har også krevd dypere forståelse gjennom videre lesing.

3.3.6 Avslutning

Siste steg tar for seg avslutning og oppstår ved en tilfredsstillelse vedrørende datainnhenting (Eisenhardt, 1989, s. 545).

Avslutningsfasen innebar å integrere analysene og resultatene i rapporten. Et annet viktig steg var diskusjonsdelen, hvor refleksjoner og perspektiver ble belyst. Denne fasen fokuserte på å sammenfatte og formidle all innhentet informasjon.

3.4 Analyse

I forskningsprosessen ble det kontinuerlig utført analyser for å kartlegge manglende informasjon og bearbeide innhentet data. Transkripsjonene ble grundig analysert, i tråd med Sand & Reidunsdatter (2018) sine anbefalinger om å integrere datainnsamling, transkripsjon og analyse sammen.

Analysere betyr å dele opp dataen (Johannessen et al., 2010, s. 201; Sand & Reidunsdatter, 2018). I analysene ble dataene fragmentert for å identifisere relevant informasjon i forhold til forskningsspørsmålet. Dette var spesielt nødvendig i den kvalitative tilnærmingen, hvor intervjuobjektene av og til avvek fra temaet.

Formålet med analysen er å finne sammenhenger, fellestrekk og ulikheter av intervjuene (Sand & Reidunsdatter, 2018). Dette for å oppnå innsikt og utvide kunnskapen om problemstillingen. I tråd med dette, var det avgjørende å sammenstille informasjonen på en måte strukturert måte som fremmet forståelse av problemstillingen, både gjennom kvantitative og kvalitative analyser.

3.4.1 Koding

Koding var et essensielt verktøy i forskningen for å analysere og strukturere innhentet informasjon og data (Sand & Reidunsdatter, 2018). Denne prosessen ble utført kontinuerlig etter datainnsamling både av transkripsjoner, litteratur og veiledningsnotater.

Koding innebærer å kategorisere informasjonen i små enheter, ofte ytringer eller deler av ytringer, under passende kategorier som støtter forskningens problemstilling (Sand & Reidunsdatter, 2018). Tabell 6 viser kodelisten som bidro til å opprettholde orden og struktur i analysen.

Tabell 6. Oversikt over koder.

Tema	Farge
Fremgangsmåte resultat	Gul
Energiklasse/energiforbruk	Beige
EU-krav	Mørk blå
Lønnsomhet	Lilla
Markedet	Rød
Teknisk info	Blå
Standarder og forskrifter	Burgunder
Maskinhallen	Grønn
ZEB	Grå
Miljømessig bærekraft	Gammelrosa

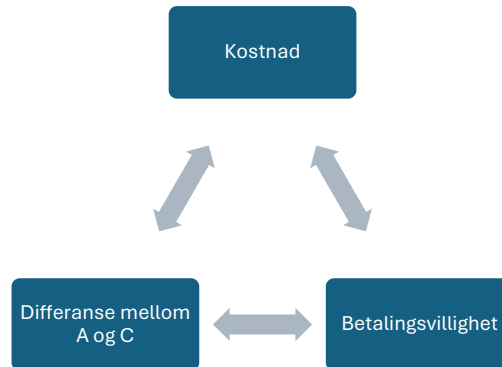
Koding er en iterativ prosess hvor eksisterende koder kan revideres eller nye koder introduseres etter behov. Etter datainnsamling ble like koder fra intervjuer, samtaler og litteratur sammenstilt for å identifisere fellestrekk og sammenhenger.

En fordel med koding er muligheten til raskt å finne informasjon om spesifikke temaer, enten kodene er forhåndsdefinerte eller utviklet direkte fra dataene (Sand & Reidunsdatter, 2018). I denne forskningen var kodene forhåndsdefinerte, men ble tilpasset og revidert etter behov.

I resultatdelen presenteres den sammenfattende informasjonen.

4 Resultat

Med hensyn til gjennomført kost-nytte analyse, kan en dele resultatene i en triangulær tilnærming hvor de viktigste sammenhengende faktorene er kostnad, betalingsvillighet og differanse mellom energiklasse A og C. Deres sammenheng illustreres i figur 15.



Figur 15. Kost-nytte-analysens tre hovedtilnærminger. Selvprodusert illustrasjon.

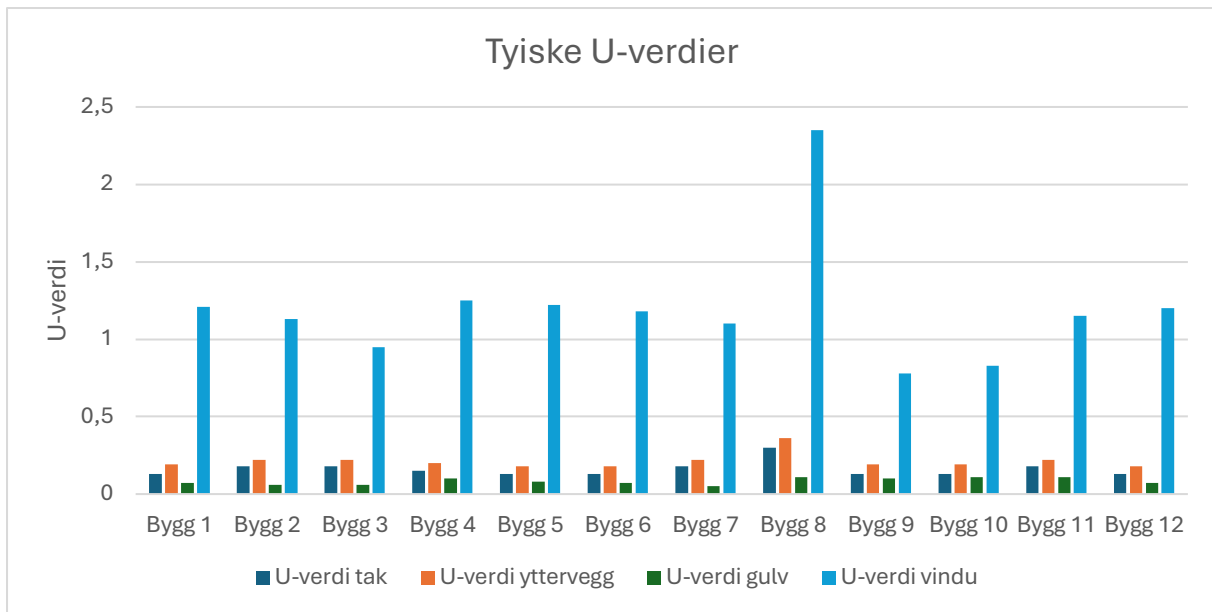
Først vil den kvantitative analysen presenteres, som tar for seg differanse mellom energiklasse A og C ved byggetekniske forhold og kostnader (for utdypende informasjon, se [vedlegg 7](#)). I denne sammenheng vil flere av resultatene gitt fra de ulike forskningsrådgiverne inkluderes. Deretter vil eiendomsbesitternes og næringsmeglernes synspunkt vedrørende betalingsvillighet legges til grunn. I denne sammenheng vil synspunktene til forskningsrådgivere, arkitekt, samt relevant litteratur fremlegges. Avslutningsvis vil et oppsummerende kapittel knytte den kvantitative og kvalitative analysen sammen.

4.1 Differanse mellom energiklasse A og C

I tilhørende delkapittel, vil typiske u-verdier for Fredrikstad-området legges til grunn, samt tekniske detaljer og muligheter vedrørende Maskinhallen. Dette er relevant bakgrunnsinformasjon for kostnadskalkylene ved energiklasse A og C.

4.1.1 Typiske u-verdier

Som nevnt i metode, er det i samhandling med forskningsrådgiver 3, gitt ulike energiattester over typiske u-verdier for næringsbygg i Fredrikstadorrådet. I figur 16 vises trendene.



Figur 16. Typiske u-verdier for Fredrikstad-området. Selvprodusert illustrasjon, med data mottatt fra forskningsrådgiver 3 (personlig kommunikasjon, 19. 04. 2024).


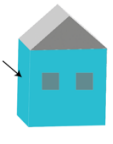

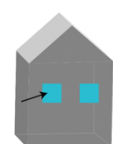
I figuren vises det tydelig at vinduer har høyest u-verdi, mens gulv har lavest. I praksis omfavner dette at vinduer har en dårligere isolasjonsevne enn gulv. I henhold til forskningsrådgiver 3, er det kostbart å oppgradere gulv i eksisterende bygningsmasse, som derfor sjeldent blir utført, også grunnet dets lave u-verdi. I praksis blir derfor oppgradering av fasade og tak med bedre u-verdier enn minstekravet prioritert, i henhold til omfordeling av energirammen. I tråd med dette tillegges Glava (2024-b), at store varmetap i bygg skjer gjennom taket. Derfor resulterer et godt isolert tak til et mer energieffektivt bygg, som hindrer lekkasje av energi.

4.1.2 Teknisk bakgrunnsinformasjon og muligheter for Maskinhallen

I tilhørende underkapittel vil også dagens nyligste gitte detaljer om Maskinhallen legges til grunn, samt tanker om videre utviklingspotensialer ved prosjektet. Tilhørende informasjon er gitt av eiendomsbesitter 1, arkitekt, samt interne dokumenter.

Informasjonen er kun en forespeiling, og ingen løsning er i dag fastsatt for gjennomføring. Med hensyn til at prosjektet tar for seg en kulturdel, samt kontor- og næringsdel, vil det utføres ulike løsninger på de ulike bygningskategoriene. Det vil likevel være et fokus på å bevare eksisterende struktur ved begge bygningskategoriene. Nedenfor presenteres kun løsninger for kontor- og næringsdel, hvorav de tekniske detaljene er oppsummert i tabell 7.

Tabell 7. Tekniske detaljer Maskinhallen.

Bygningselement	Bygningselement	Tekniske detaljer
	Gulv	100 mm isolert gulv
	Fasade	Utvendig isolasjon med puss. Minst 150mm isolasjon.
	Tak	Etterisolering på oversiden. Isolasjonstykkelse på hhv. ca. 280 mm og 200 mm. Overlys på 40-50m ² .
	Vindu	Doble laminatglass. Planlegges for utvendig solskjerming på fasader som er solbelastet.

Gulv

Gulvet i dag er av betong og uisolert. Gulvet er om lag 120 mm tykt og ligger direkte på grunn (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 12. mai 2021). Grunnen er stabil, som vil si at Maskinhallen er godt fundamentert, forteller arkitekt.

I henhold til de bygningsfysiske forholdene er det mulig å beholde eksisterende gulv, samt bygge seg opp med deriblant isolasjon (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 3. mars 2022). Likevel er gulvet preget av moderate skader og ujevnheter.

Med hensyn til gulvets store areal, vil dets u-verdi bli god, selv med liten til moderat tykkelse med isolasjon. Dette fordi det forekommer mindre varmetap per kvadratmeter enn ved et lite gulv, utdyper arkitekt. Dette betyr at isolasjonstykkelsen ikke trenger å være like tykk.

Om eksisterende gulv likevel rives, kan en bygge nytt gulv på samme måte. Gulvet er dog under flomhøyde, som skaper et dilemma vedrørende etterisolering, forteller arkitekt. Den enkleste løsningen vil være å isolere på innsiden. Likevel er det ønskelig å bevare eksisterende gulv, da det er skinner og andre elementer som gir en kulturverdi.

Med hensyn til TEK17 anbefales det å isolere med minst 100 mm tykk isolasjon, som gir en u-verdi på om lag 0,16 (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 8. februar 2023).

Fasade

Fasadene består i dag av en kombinasjon av betong, mur og tegl, og har betydelige skader på grunn av korrodert armering (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 12. mai 2021). Korrosjon er en kjemisk forbindelse, som omfavner at metall reagerer med oksygen, vann eller andre stoffer fra omgivelsene, som resulterer i rust, irr eller misfarging (Industriskolen, 2018).

Fasadene er uisolerte, og innvendig er veggene i god stand uten tegn til korrosjon. Østveggen mangler bæring på grunn av problemer med forankringen til den bærende armeringen, og mangler deler av fasaden.

For å oppnå nødvendig isolasjonstykkel i veggene i henhold til TEK17, er nødvendig isolasjonstykkel minst 150mm isolasjon (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 8. februar 2023).

Det anbefales av å etterisolere veggene utvendig (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 8. februar 2023). Fasaden vil dermed pusses, og en etterisolering festes på utsiden av muren og betongen. Det gjør det mulig å bevare mest mulig av eksisterende vegger innvendig. Det er også fornuftig fordi det er en robust løsning i et eventuelt fremtidig våtere klima. Innvendige vegger vil bli rengjort og malt, slik at det eksisterende halluttrykket i stor grad bevares.

Arkitekt påpeker at om innsiden av veggene må bevares med hensyn til kulturminnet, blir en avhengig av å gjøre tiltak på utsiden, og omvendt. Dette reiser mange spørsmål, da bygningen er særegen og gammel, utdyper arkitekt. Ved å isolere utvendig, kan man bevare mest mulig av interiøret, slik at rustikken i Maskinhallen beholdes. For kontor- og næringsdelen må det tas beslutninger om den eksisterende strukturen kan bære belastningen. Hvis det ikke er mulig, kan man lage et bæresystem med betongsøyler og lage et lag med isolasjon mellom den gamle og nye strukturen.

Tak

Maskinhallen har et buetak av betong, og som grenser mot tilliggende bygning (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 2023). Det er bestående 120-150 mm betong, og er i dag uisolert; det er kun et tynt lag med kork på undersiden (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 8. februar 2023). Konstruksjonene i taket er forutsatt at skal beholdes i omtrent lik posisjon som i dag, tillegger arkitekt.

Ambisjonen er å beholde synlig struktur i taket på undersiden, selv om det må gjennomføres sikringsprosesser av de gamle skallstrukturene, som er usikkert om kan optimaliseres. Korken har delvis begynt å falle av, og det er flere bruddskader. Et scenario er eventuelt å rive det. Idealet er å beholde det, ved å isolere det på toppen.

For å oppfylle TEK17, bør isolasjonstykkelsen være ca. 480 mm totalt. På de siste oppdaterte skissene er det vist et overlys på om lag 40-50 kvadratmeter, som også er gunstig i forhold til naturlig belysning på kontorarealene.

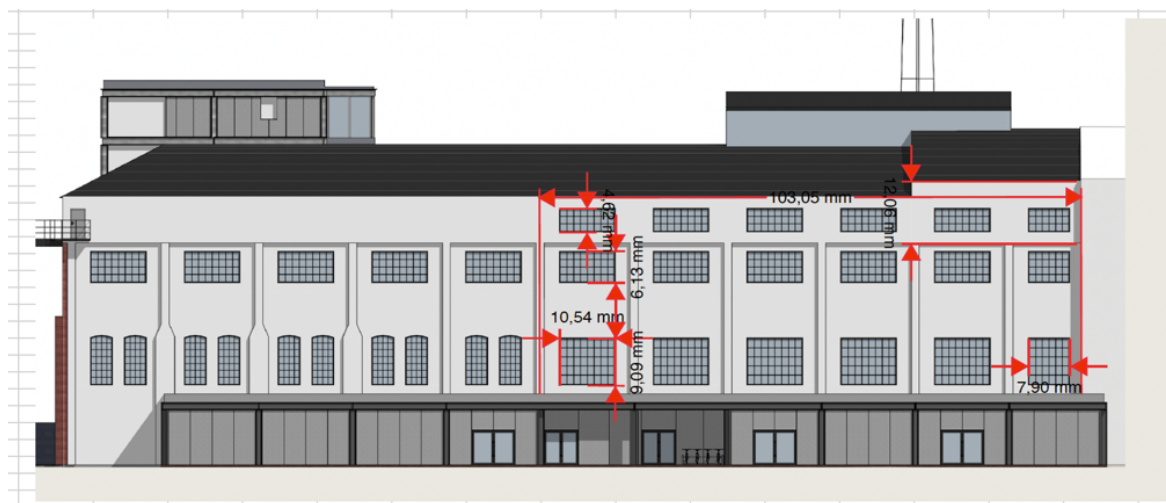
Vindu

Med hensyn til at det ikke er gjennomført dagslysøvelser for Maskinhallen, foreligger det manglende informasjon om vinduene. Likevel er det gitt at dagens vinduer er av enkeltglass som er tynt og gammeldags, ifølge eiendomsbesitter 1. Det er mellom 4-5 mm med stålrammer. Det skal vurderes om noen av vinduene kan bevares, mot at de får et nytt varevindu på innsiden (eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 3. mars 2022). Det anbefales doble laminatglass.

For å oppnå kravene til energi og termisk inn klima i TEK17, må det planlegges for solskjerming på fasader, derav utvendig skjerming. Dette også i sammenheng med at bygningen er bred og udimensjonert, mener arkitekt.

Arkitekt forteller at Maskinhallen skal ha høye etasjer (4,7 meter), som gjør at dagslyssituasjonen skiller fra typiske kontoretasjer med minimumshøyder på 2,2 meter (Dibk, 2023). Dette skaper muligheter med å ha vinduer i enkelte etasjer høyt plassert, slik at lyset går langt inn i lokalet. Dette er fordelaktig for arbeidsplasser og møterom, da en får naturlig belysning langt inn i rommet.

Som nevnt i 3.2.4 er det utregnet et prosentvis anslag på vinduene, som ble beregnet til 24%. I figur 17 vises målene.



Figur 17. Fasadetegning Maskinhallens. Tegning mottatt fra Arkitekt 1 (personlig kommunikasjon, 13. mars 2023)

Det er viktig å legge til grunn at vindusforslagene i fasadetegningen er foreløpig en visuell øvelse, og ikke teknisk beregnet til byggets behov, tillegger arkitekt. Prosentanslaget vil derfor være usikker i høy grad, men en indikasjon.

Oppsummering

Innvendig er tilstanden på Maskinhallen god. Konstruksjonen fremstår som solid, og er i overraskende god stand (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 12. mai 2021). Dette i henhold til byggets alder og at det ikke har vært aktivitet i bygget siden 1988. Armeringen er uten rust og er fra bygget var nytt, noe som er en positiv overraskelse.

Praktiske og bygningsfysiske forhold gjøre at varmeisolering opp til dagens krav likevel er ugunstig, og ikke å anbefale (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 8. februar 2023). Dette i henhold til at nullpunktet i bygget forflyttes, som kan gi kondensfare (forklart i 2.6). Eiendomsbesitter 1 forteller at en raskt kan møte på byggetekniske problemer ved isolasjon. Dette fordi ulik isolasjon ikke nødvendigvis er byggbare på ulike konstruksjoner da nullpunktet kan forflyttes, i tillegg til at arkitekt har en formening utseendemessig.

Maskinhallens status som kulturminne vil også innebære restriksjoner på tiltak og endringer ved bygningen (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 8. februar 2023). Det vil derfor være nødvendig å søke om dispensasjoner.

Det er trolig ikke tilstrekkelig å isolere etter minstekravene for å oppnå TEK17 til netto energibehov (Eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 8. februar 2023). Det anbefales derfor å planlegge for fleksible varmesystemer og eventuelt solceller.

4.1.3 U-verdier ved energiklasse A og C for Maskinhallen

I samarbeid med forskningsrådgiver 1, vises det i tabell 8 hva dagens u-verdier i Maskinhallen er beregnet til, samt hvilke u-verdier som må til for å nå energikarakter A. Besparelsen i kWh per kvadratmeter legges også til grunn (se formel 1, [vedlegg 6](#)).

Tabell 8. U-verdier og besparelser Maskinhallen for energiklasse A. Informasjon mottatt fra forskningsrådgiver 1 (Personlig kommunikasjon, 17. april 2024)

Preget av noen antagelser og tilnærminger			Besparelsen gjelder for 1m ² av aktuell bygningsdel. For de 7 kaldeste månedene.
Bygningsdel	Eksisterende u-verdi (W/m ² K)	Antatt u-verdi for energikarakter A (W/m ² K)	Besparelse (kWh/m ²)
Tak	3,7	0,08	301
Yttervegg	2,5	0,1	200
Gulv	0,4	0,08	27
Vindu	2,4	0,8	133

For å nå energiklasse A er anbefalte isolasjonstiltak fra forskningsrådgiver 1 420 mm EPS isolasjon i tillegg til 30 mm mineralull på tak. Denne kombinasjonsløsningen brukes som oftest på tak av betong, og er en fornuftig løsning i henhold til pris (Glava, 2024-a). På fasade anbefales å beholde eksisterende vegg og etterisolere utvendig med 450 mm Glava proff, derav mineralull. Teknisk rådgiver anbefaler 350 mm XPS-isolasjon på gulvet som ofte brukes på betong, og ved etterisolering. Her avhenger u-verdien av geometri, grunnforhold og isolasjonstykkel (Glava, 2024-e).

Det er antatt av forskningsrådgiver 1 at vinduene er av to glass med en eksisterende u-verdi på 2,4. I følge Enova (2024-a) er u-verdien på vinduene fra Maskinhallen trolig 2,8 eller høyere grunnet dets alder. Denne skilnaden utgjør ifølge eiendomsbesitterne ikke stort. Med hensyn til NS 3701:2012 er derfor nødvendig å bytte vinduer til u-verdi 0,8 for å nå energiklasse A.

For å nå energiklasse C vises forslagene i tabell 9. Her er som nevnt dagens minstekrav fra TEK17 lagt til grunn for antatte u-verdier. I likhet med tabell 8, er også besparelsene lagt til grunn per kWh.

Tabell 9. U-verdier og besparelser Maskinhallen for energiklasse C. Informasjon mottatt fra forskningsrådgiver 1 (Personlig kommunikasjon, 17. april 2024).




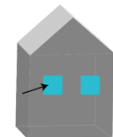
Bygningsdel	Eksisterende u-verdi (W/m ² K)	Antatt u-verdi for energikarakter C (W/m ² K)	Besparelsen gjelder for 1m ² av aktuell bygningsdel. For de 7 kaldeste månedene.
Tak	3,7	0,18	293
Yttervegg	2,5	0,22	190
Gulv	0,4	0,18	18
Vindu	2,4	1,2	100

For tak, er anbefalte tiltak 170 mm EPS isolasjon, pluss 30 mm mineralull. Dette er en lik løsning som for energiklasse A, bare med en tynnere isolasjonstykkelse for EPS, da u-verdien er høyere for denne energiklassen. For fasade anbefales det 200 mm Glava Driv, som er et nytt fasadeprodukt utviklet av Glava, lansert våren 2024 (Glava, 2024-d). Isolasjonen er mer kostbar, men er rask og effektiv å montere. Produktet fungerer godt på både nybygg, og for etterisolering ved at det er kompakt, spesialbehandlet og formfast plate av glassull. Platene leveres i ulike tykkelser og monteres på fasader av deriblant massivtegl og betong (Glava, 2024-c). På gulvet anbefales 120 mm XPS isolasjon, i likhet med energiklasse A. Her er også isolasjonstykkelsen tynnere.

I henhold til nullpunktet, er det interessant å se på beregningene innen 450 mm for fasade for energiklasse A, kontra 200mm for energiklasse C. Risiko for kondens kan derav ligge til grunn. Isolasjonstykkelsen gir også arealutslag, poengterer eiendomsbesitter 1. En skal få inntekt på arealene, hvor isolasjonen kan være en påvirkningsfaktor. Dette fordi det går utover tilgjengelig BRA, hvor løsninger som gjør fasaden tynnere med lavest mulig u-verdi er attraktivt.

I tabell 10 illustreres forskjellene mellom eiendomsbesitter 1 med tilhørende rådgivere sine synspunkt for Maskinhallen, med forskningsrådgiver 1 sine. Med hensyn til at eiendomsbesitter 1 med tilhørende rådgivere streber etter TEK17 i sine forslag, legges forslagene for energiklasse C til grunn fra forskningsrådgiver 1.

Tabell 10. Sammenligning av synspunkt fra eiendomsbesitter 1 og forskningsrådgiver 1. Informasjon mottatt fra eiendomsbesitter 1 (personlig kommunikasjon, 13. juni 2023) og forskningsrådgiver (personlig kommunikasjon, 17. april 2024).

Bygningselement	Bygningselement	Tekniske tiltak fra eiendomsbesitter 1 (med rådgivere)	Tekniske tiltak fra forskningsrådgiver 1
	Gulv	100 mm isolert gulv	120 mm isolasjon XPS
	Fasade	Etterisolering med puss. Minst 150mm isolasjon.	Etterisolering 200 mm isolasjon Glava Driv
	Tak	Etterisolering på oversiden. Isolasjonstykkelse på hhv. ca. 280 mm og 200 mm.	170 mm EPS og 30mm mineralull isolasjon
	Vindu	Doble laminatglass. Planlegges for utvendig solskjerming på fasader som er solbelastet. Minimal U-verdi 1,2	U-verdi 1,2

Forskningsrådgiver 1 vurderer noe tykkere isolasjon på fasade og gulv, mens eiendomsbesitter 1 med rådgivere vurderer en tykkere løsning på tak. Innen vinduer har ikke Glava produkttyper, mens u-verdien stemmer overens mellom partene. Oppsummert er det ikke store forskjeller mellom eiendomsbesitter 1 med tilhørende rådgivere, sammenlignet med forskningsrådgiver 1.

Forskningsrådgiver 1 sine forslag inkluderer isolasjonstyper, og er den nyeste beregningen for tekniske tiltak for Maskinhallen. I tillegg har forskningsrådgiver 1 gitt forslag om kostnadsestimater, som videre har skapt et fundament for NP. Det vil derfor heretter tas utgangspunkt i forskningsrådgiver 1 sine tekniske forslag.

Som et resultat av tabell 8 og 9, vises det i tabell 11 forskjellen på besparelse mellom energiklasse A og C.

Tabell 11. Forskjell på besparelse kWh per kvm i prosent. Informasjon mottatt fra forskningsrådgiver 1 (personlig kommunikasjon, 17. april 2024).

Bygningsdel	Forskjell u-verdi	Forskjell besparelse i kWh per m2
Tak	0,10	8
Yttervegg	0,12	10
Gulv	0,10	9
Vindu	0,40	33
Sum		60

Differansen mellom u-verdiene er størst for vindu, hvorav differansen på tak, fasade og gulv er tilnærmet likt. Det foreligger en besparelse på 60 kWh per kvm om en summerer forskjell på besparelsen på bygningselementene. Total for Maskinhallen tilsvarer dette en besparelse på 154 800 kWh, når en multipliserer 60 kWh med Maskinhallens BTA på 2580 kvm.

Ved å multiplisere byggets besparelse per kvadratmeter med gjennomsnittlig strømpris (0,954 kr) vil det foreligge en prisreduksjon på 57,24 kr per kvadratmeter årlig (se formel 2, [vedlegg 6](#)). Om det samme utregnes på byggets totale besparelse i kWh med gjennomsnittlig strømpris, blir det en total besparelse på 147 683 kr årlig ved å ha energiklasse A.

Det er imidlertid ikke gitt at et bygg som er i energiklasse A i dag, nødvendigvis er det etter nye krav, ifølge forskningsrådgiver 5. Dette fordi energimerkeordningen er i dag under revisjon, hvor Norconsult og NVE arbeider om utarbeidelsen. Derfor poengterer forskningsrådgiver 5 at dagens energiklasse A kan bli energiklasse C.

4.2 Kostnad

Med hensyn til energimerkingens mange variabler, vil det i dette delkapittelet presenteres et resultat som har flere satte forutsetninger for å gi en indikasjon på lønnsomheten av å oppgradere eksisterende bygningsmasse.

Med hensyn til forskningsrådgiver 1 sine forslag om produkttyper, ble et prisestimat utarbeidet for energiklasse A og C innen isolasjon og vindu. Estimater er vist i tabell 12.

Tabell 12. Prisestimat for begge energiklasser. Informasjon mottatt fra forskningsrådgiver 1 (personlig kommunikasjon, 17. april 2024).

Element per kvm	Energi klasse A	Forutsetninger
Isolasjon gulv	kr 1 400,00	350mm XPS
Isolasjon tak	kr 711,00	420mm EPS + 30mm Mineralull
Isolasjon fasade	kr 132,00	450mm Glava Proff 34
Sum	kr 2 243,00	
Element per kvm	Energi klasse C	Forutsetninger
Isolasjon gulv	kr 590,00	120mm XPS
Isolasjon tak	kr 416,00	170mm EPS + 30mm Mineralull
Isolasjon fasade	kr 1 173,00	200mm Glava Driv
Sum	kr 2 179,00	

Det er vesentlige forskjeller mellom gulv i de to ulike energiklassene, derav 58%. Dette bunner i XPS sin kostbarhet. Det er desto større forskjeller mellom fasaden, da Glava Driv, skal være cirka 50% raskere å montere, ifølge forskningsrådgiver 1. Derfor vil arbeidstimene være vesentlig mindre, og kan derfor være et fornuftig alternativ.

Om en ser på prisforskjellene på estimatene er det en differanse på kun 89 kr per kvm samlet for elementene, hvorav investering i energiklasse A er mest kostbart. Dette tilsvarer 4% differanse mellom energiklassene, fordi Glava Driv bidrar med til å utligne forskjellene.

4.2.1 Sammenligning Glava og Norsk Prisbok

I tråd med forskningens målsetting om å være robust, vil tabell 13 vise innhentede priser for energiklasse A fra NP, samt forutsetningene for estimatene.

Tabell 13. Innhentet priser fra Norsk prisbok (2024).

Element per kvm	Energi klasse A	Forutsetninger		
Vindu	kr 4 763,31	Vinduer, aluminium, u-verdi =0,7-0,9		
Isolasjon gulv	kr 127,58	Isolasjon i gulv på grunn. XPS t = 100 mm		
Isolasjon tak	kr 442,98	Isolasjon på tak, EPS, skråskåren, gj.sn. t = 180 mm + Isolasjon på tak, mineralull, t = 100 mm		
Isolasjon fasade	kr 611,43	Isolasjon festet til betongvegg, mineralull, t = 300 mm		
Sum uten vindu	kr 1 181,98			
Sum	kr 5 945,29			

Totalt vil det for energiklasse A koste 1 182 kr per kvm om en ser isolasjon for gulv, vegg og tak fra NP, til sammenligning fra Glava med 2 243 kr per kvm. Dette tilsvarer en forskjell på 47%, hvorav Glava er mest kostbart. Totalprisen for alle elementene er 5 945 kr. Dette fordi vindu vil stå for en kostnad på 4 763 kr per kvm, som utgjør 80% av elementkostnadene.

I tabell 14 vises tilsvarende estimater for energiklasse C.

Tabell 14. Innhentet priser fra Norsk prisbok (2024).

Element per kvm	Energi klasse C	Forutsetninger		
Vindu	kr 4 105,85	Vinduer, aluminium, u-verdi <1,2		
Isolasjon gulv	kr 43,74	Isolasjon i gulv på grunn. XPS t = 100 mm		
Isolasjon tak	kr 197,30	Isolasjon på tak, EPS, skråskåren, gj.sn. t = 180 mm + Isolasjon på tak, mineralull, t = 100 mm		
Isolasjon fasade	kr 543,49	Isolasjon festet til betongvegg, mineralull, t = 300 mm		
Sum uten vindu	kr 784,53			
Sum	kr 4 890,38			

I NP vil det i energiklasse C koste 785 kr å oppgradere gulv, tak og vegger til TEK17 standard, som tilsvarer 64% forskjell fra forskningsrådgiver 1, hvorav Glava er dyrest. Dette bunner i forskningsrådgiver 1 sitt forslag om Glava Driv. Om en inkluderer vindu, vil totalkostnaden i NP være 4 890 kr. Med andre ord utgjør elementkostnaden på vindu 84% av summen for elementkostnadene.

Eiendomsbesitter 1 og 2 hevder at dagens praksis er trelags vindu, uansett hvilken energiklasse. Eiendomsbesitter 2 forteller at det er lenge siden de som aktør har brukt to lags glass. Eiendomsbesitter 1 forteller at vindu står for en stor andel av varmetapet, og er en billig investering for en stor oppgradering og utbytte. I den forbindelse var det relevant å se hva prisen totalt for energiklasse C ble om prisen for vinduene var tilsvarende som i energiklasse A. Tabell 15 viser resultatet.

Tabell 15. Scenario med tre-lags vindu. Prisestimater hentet fra Norsk prisbok (2024).

Element per kvm	Energiklasse C	
Vindu	kr	4 763,31
Isolasjon gulv	kr	43,74
Isolasjon tak	kr	197,30
Isolasjon fasade	kr	543,49
Sum uten vindu (glava)	kr	784,53
Sum	kr	5 547,84

Totalprisen for energiklasse C blir i dette tilfellet 5 548 kr, fremfor 4 890 kr. Dette utgjør 657 kr per kvadratmeter i merkostnad, derav 12% forskjell fra opprinnelig sum. Dette bekrefter eiendomsbesitter 1 sitt utsagn om at det er en billig investering for et stort utbytte.

Vindusrammen og -inndelingen har derav mye å si, forteller eiendomsbesitter 2, og er ofte styrt av arkitekten. For best u-verdi, bør mengden ramme minimeres og mengden glass maksimeres, da moderne energieffektivt glass har lavere u-verdi enn rammen.

Innenfor tak er måten du bygger på avgjørende, forteller eiendomsbesitter 1. Derfor bør en uansett gå for energiklasse A, fordi varmen stiger og en unngå at den siver ut med en høyere tetthet. Med hensyn til dette utsagnet, viser tabell 16 prisen for energiklasse C med likt prisestimat som energiklasse A innen tak.

Tabell 16. Scenario med like prisestimater for tak. Estimater innhentet Norsk prisbok (2024).

Element per kvm	Energiklasse C	
Vindu	kr	4 105,85
Isolasjon gulv	kr	72,90
Isolasjon tak	kr	442,98
Isolasjon fasade	kr	543,49
Sum uten vindu (glava)	kr	1 059,37
Sum	kr	5 165,22

Totalprisen for energiklasse C blir 5 165 kr, fremfor 4 890 kr. Dette utgjør 246 kr per kvadratmeter i merkostnad, derav 5% forskjell fra opprinnelig sum.

Ifølge eiendomsbesitter 1 er u-verdien viktigst innen tak og vindu, mens fasade og gulv handler i større grad om byggets uttrykk, samt fundamenteringsløsning i gulv. Investeringen i energiklasse A-løsninger ved vindu og tak vil være lønnsomt da varmetapet er høyest ved disse elementene, samt at merkostnaden utgjør en liten andel.

I tabell 17 vises differansen mellom de opprinnelige elementprisene i energiklasse A og C i NP.

Tabell 17. Differanse mellom elementpriser i energiklasse A og C, hentet fra Norsk prisbok (2024).

Element per kvm	Differanse		Differanse i prosent per kvm NP
Vindu	kr	657,46	14 %
Isolasjon gulv	kr	83,84	66 %
Isolasjon tak	kr	245,68	55 %
Isolasjon fasade	kr	67,94	11 %
Sum	kr	1 054,91	18 %

Det foreligger en differanse på 1 056 kr per kvm, hvorav elementkostnadene i energiklasse A er 18% mer kostbart enn energiklasse C. Med andre ord tilsvarer det 14% (18%-4%) forskjell mellom Glava og NP, om en ser bort fra vinduene.

Med hensyn til at utregningen i NP inkludere vinduer, vil disse beregningene inkluderes videre i kalkylene. Dette også fordi Glava Driv er et nytt produkt med en høyere kostnad sammenlignet med vanlig mineralull. Det er hovedsakelig isolasjonstypene som er av interesse, ikke bygningstekniske detaljer (ved mineralullen) i denne forskningen.

4.2.2 Maskinhallen knyttet til NP

I tabell 18 vises kostnadene for de ulike elementene skalert opp til Maskinhallens BTA for begge energiklassene.

Tabell 18. Elementkostnader Maskinhallens BTA. Priser innhentet fra Norsk prisbok (2024).

Energi klasse A	Element for hele Maskin	
Vindu	kr	1 324 821,82
Isolasjon gulv	kr	84 837,38
Isolasjon tak	kr	307 869,25
Isolasjon fasade	kr	706 201,65
Sum	kr	2 423 730,10
Energi klasse C	Element for hele Maskin	
Vindu	kr	1 141 962,14
Isolasjon gulv	kr	29 087,10
Isolasjon tak	kr	137 121,26
Isolasjon fasade	kr	627 734,80
Sum	kr	1 935 905,30
Differanse A og C		kr 487 824,79

Som et resultat av utregningene (se formel 3, [vedlegg 6](#)), vil elementkostnadene for hele Maskinhallen ved energiklasse A koste 487 824 kr mer enn energiklasse C i NP.

Driftskostnad

I tabell 19 vises driftskostnader for elementprisene (se formel 4, [vedlegg 6](#)).

Tabell 19. Driftskostnader for elementer. Prisestimater hentet fra Norsk prisbok (2024).

Energiklasse A	Drift kvm		Drift hele maskin	
Vindu	kr	538,83	kr	149 865,06
Gulv	kr	61,95	kr	41 196,75
Tak	kr	44,99	kr	31 268,98
Fasade	kr	48,27	kr	55 751,85
Sum	kr	694,04	kr	278 082,64
Energiklasse C	Drift kvm		Drift hele maskin	
Vindu	kr	480,08	kr	133 524,89
Gulv	kr	21,24	kr	14 124,60
Tak	kr	19,94	kr	13 855,37
Fasade	kr	21,45	kr	24 778,60
Sum	kr	542,71	kr	186 283,46

Estimatene er tilpasset isolasjonstykkelene ved Maskinhallen i kolonnen til høyre. Differansen på summene ved energiklasse A og C tilsvarer 22%, hvorav energiklasse A er mest kostbart (se formel 5, [vedlegg 6](#)).

Som bekreftet fra tidligere estimater er vinduene dyrest, men dette gjelder for begge energiklasser som utgjør at differansen i driftskostnad ikke er stor. Differansene i de resterende elementene bunner i deres forskjell på isolasjonstykkel og er relativt like kostbart å drifte.

Å kun beregne driftskostnadene for elementene gir et skjevt bilde, siden driftskostnadene omfatter så mangt. NS 3454:2013 – Livssyklus-kostnader for byggverk definerer drifts- og vedlikeholdskostnader som «kostnader til aktiviteter som er nødvendig for å opprettholde bygningsdelenes funksjonsdyktighet over en forventet levetid» (Standard Norge, 2013 s. 13). For å rette på det skjeve bildet, er en viktig faktor å inkludere i drift energi. Energiforbruket gjenspeiler byggets lekkasjetall.

Driftskostnad – energi

Øvre grense for levert energi per kvm BRA for energiklasse A er 90 kWh årlig per kvm, og for energiklasse C er det 145 kWh per kvm årlig. BRA blir brukt i videre beregninger, da dette er tilgjengelig oppvarmingsareal.

Ved bruk av formel 6 (se [vedlegg 6](#)), blir resultatet:

$$2852 * 90 = 256\ 680\ kWh$$

Dette vil si at byggets maksimum forbruk ikke kan overstige 256 680 kWh totalt årlig for å oppfylle energiklasse A. Ved samme utregning på energiklasse C, blir forbruket maksimum 413 540 kWh per kvm.

Gjennomsnittlig strømpris for energi i Fredrikstad 2023 var 0,954 kr/kWh i 2023 (NorgesEnergi, 2023).

I energiklasse A blir den årlige driftskostnaden (se formel 7, [vedlegg 6](#)):

$$0,954 * 90 = 85,86 \text{ kr per kvm}$$

For hele Maskinhallen vil den være (se formel 8, [vedlegg 6](#))

$$0,954 * 256\ 680 = 244\ 872,72 \text{ kr}$$

Dette tilsvarer 20 406 kr i måneden i energiutgifter.

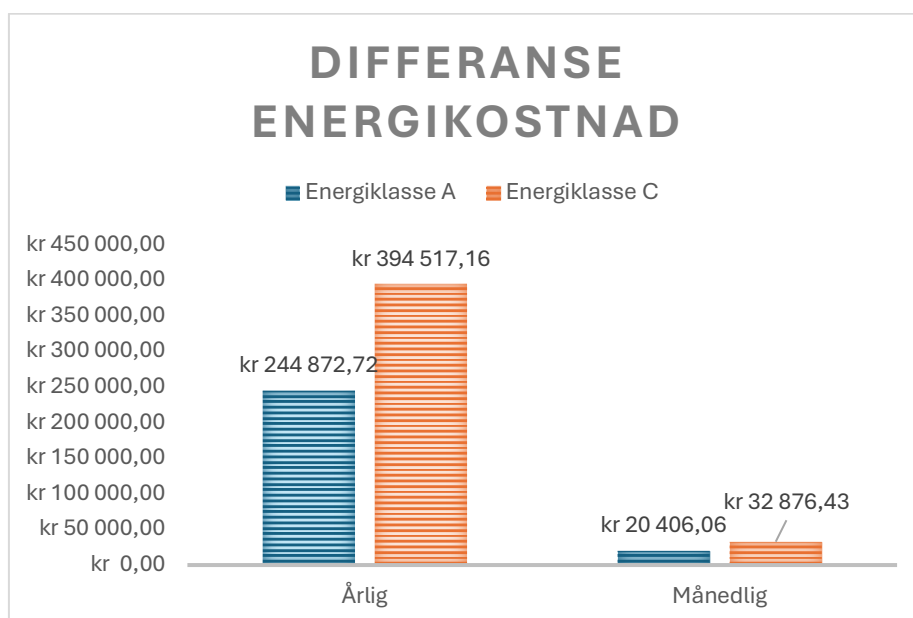
Ved å gjøre det samme utregninger for energiklasse C, ser en at årlige og månedlige driftskostnader blir høyere, grunnet et større energibehov:

$$0,95 * 145 = 138,33 \text{ kr per kvm}$$

$$0,954 * 413\ 540 = 394\ 517,16 \text{ kr totalt}$$

$$\frac{394\ 517,16}{12} = 32\ 876,43 \text{ kr/mnd}$$

Figur 18 illustrerer forskjellene for månedlig og årlig energikost for hele bygget.



Figur 18. Årlig og månedlig differanse i energikost. Selvprodusert illustrasjon.

Forskjellene ved driftskostnadene i energiklasse A og C tilsvarer 38%. Dette betyr at en sparer mer enn 1/3 del av driftskostnadene ved energiklasse A fremfor C innen energikostnader. Det er viktig i denne sammenheng å bemerke at bygg i energiklasse A ofte har tilskudd av egenforsyning av fornybar energi, som utgjør at levert energi blir desto rimeligere.

I henhold til NS3720:2018, vil det være interessant å se på besparelsene over et livsløpsperspektiv. Ved å multiplisere årlige driftskostnader i energiklasse A med 60 år, blir driftskostnadene 14 692 363 kr sammenlignet med 23 671 030 kr for energiklasse C, som tilsvarer 8 978 666 kr i differanse.

Nedbetalingstid

For å kartlegge lønnsomheten av investeringen, er det hensiktsmessig å se på nedbetalingstiden.

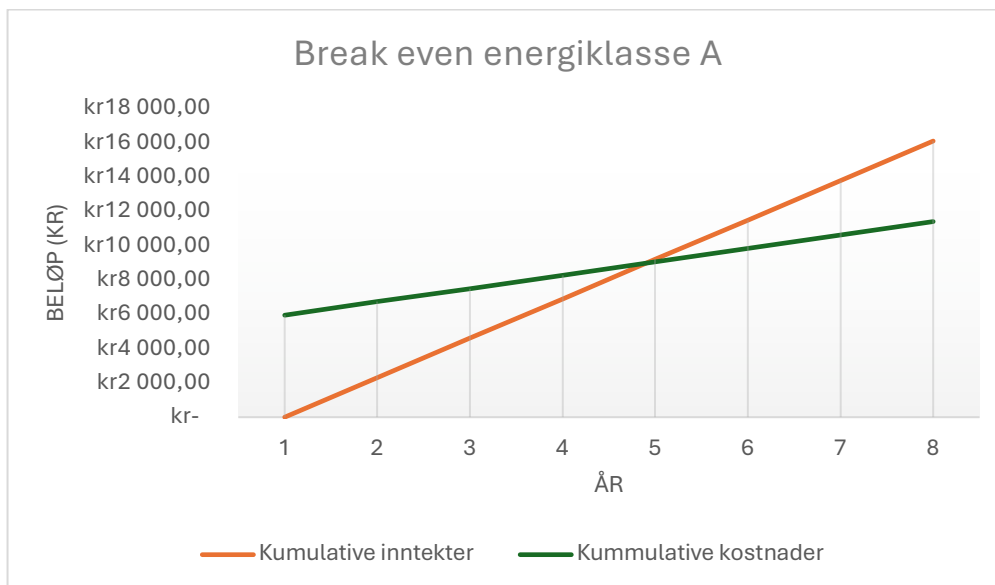
Tabell 20 viser nedbetalingstiden for energiklasse A ved investering i vinduer og isolasjon i tak, vegger og gulv, inkludert driftskostnader for elementene, energikostnader og leieinntekter (se formel 10, [vedlegg 6](#)).

Tabell 20. Nedbetalingsoversikt. Priser innhentet fra Norsk prisbok (2024).

Økonomisk post/år	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4
Investering	kr 5 945,29				
Driftskostnader per kvm energi (fra spotpris)		kr 85,86	kr 85,86	kr 85,86	kr 85,86
Driftskost per kvm total u/energi (kun for elementer)		kr 694,04	kr 694,04	kr 694,04	kr 694,04
Leieinntekt		kr 2 300,00	kr 2 300,00	kr 2 300,00	kr 2 300,00
Sum	kr 5 945,29	kr 4 425,20	kr 2 905,10	kr 1 385,00	-kr 135,09

Investeringskostnaden er i dette tilfellet det samme som den totale elementkostnaden per kvm, og tilsvarer 5 945 kr. I tabellen ser en at i år fire blir tallet negativt, som derav vil si at en har gått i null og tjener direkte på investeringen.

Figur 19 viser break-even, som også kalles nullpunktet (se formel 11, [vedlegg 6](#)).



Figur 19. Nullpunktsgraf. Selvprodusert graf.

Investeringen vil derfor gå i null i år fire, men som vist i figuren skjer ikke krysningen før helt i slutten av år fire.

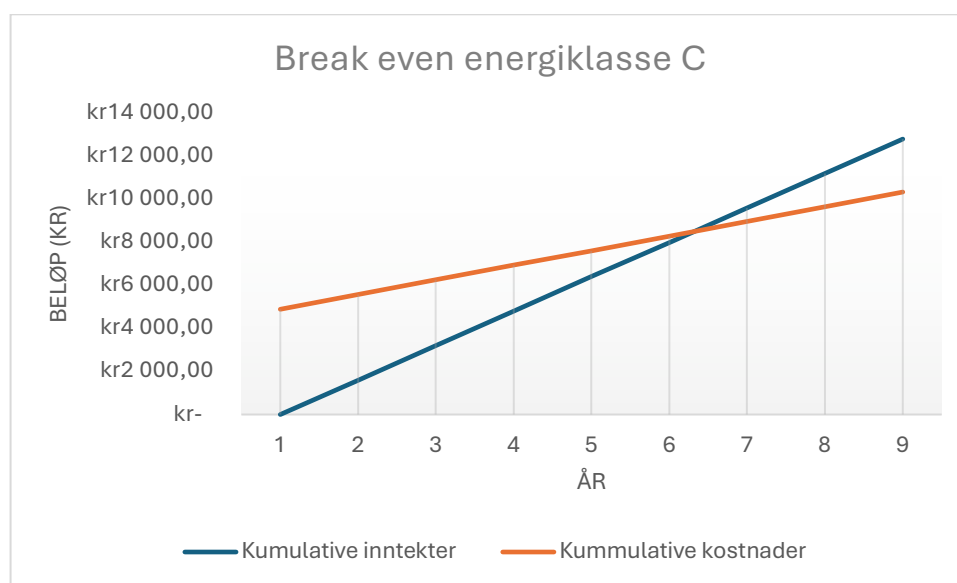
Ved å gjennomføre et lignende scenario for energiklasse C, vil nedbetalingen fremstå som vist i tabell 21 (se formel 10, [vedlegg 6](#)).

Tabell 21. Nedbetalingsoversikt. Priser innhentet fra Norsk prisbok (2024).

Økonomisk post/år	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6
Investering	kr 4 890,38						
Driftskostnader per kvm energi fra spotpris		kr 138,33	kr 138,33	kr 138,33	kr 138,33	kr 138,33	kr 138,33
Driftskost per kvm kun for elementer total		kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71
Leieinntekt		kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00
Sum	kr 4 890,38	kr 3 971,42	kr 3 052,47	kr 2 133,51	kr 1 214,55	kr 295,59	-kr 623,36

Energiklasse C har en lavere investeringskostnad og driftskostnad per kvm i elementene, men en høyere driftskostnad i energi og en lavere leieinntekt. Dette utgjør en differanse fra energiklasse A, ved at en går i null i år seks. I energiklasse A har en i år seks tjent 80% mer enn ved energiklasse C. Ved å se isolert på overnevnte estimater, tilsier dette at energiklasse A er mer lønnsomt.

I figur 20 vises nullpunktet for energiklasse C (se formel 11, [vedlegg 6](#)).



Figur 20. Nullpunktsgraf. Selvprodusert graf.

Som vist i figuren skjer skjæringspunktet etter cirka 6,5 år, som tilsvarer cirka 1,5 år fra energiklasse A.

4.2.3 Scenario med billigere og dyrere strøm

Strømpris er en variabel som påvirker driftskostnadene i stor grad. Etterspørselen etter energi og værforhold er noen av påvirkningsfaktorene som styrer strømprisen (Statnett, 2024). Er det eksempelvis lite vind- eller vannkraft, vil tilgjengelig mengde kW bli verdt mer.

I tabell 22 vises nedbetalingstid for energiklasse A og C med strømpris på 0,5 kr kWh (se formel 10, [vedlegg 6](#)).

Tabell 22. Scenario med strømpris på 0,5 kr kWh for energiklasse A.

Økonomisk post/år	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4
Investering	kr 5 945,29				
Driftskostnader per kvm energi (fra spotpris)		kr 45,00	kr 45,00	kr 45,00	kr 45,00
Driftskost per kvm kun for elementer		kr 694,04	kr 694,04	kr 694,04	kr 694,04
Leieinntekt		kr 2 300,00	kr 2 300,00	kr 2 300,00	kr 2 300,00
Sum	kr 5 945,29	kr 4 384,33	kr 2 823,38	kr 1 262,42	-kr 298,54

Med en strømpris på 0,5 kr kWh, vil prisen være 45 kr per kvm i energiklasse A. Dette utgjør fortsatt en nedbetalingstid på fire år. Imidlertid er summen etter fire år er 55% forskjell fra summen i år fire ved tabell 20. Dette tilsvarer 163 kr per kvm i differanse.

I tabell 23 vises tilsvarende scenario i energiklasse C (se formel 10, [vedlegg 6](#)).

Tabell 23. Scenario strømpris 0,5 kr kWh for energiklasse C.

Økonomisk post/år	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6
Investering	kr 4 890,38						
Driftskostnader per kvm energi fra spotpris		kr 72,50	kr 72,50	kr 72,50	kr 72,50	kr 72,50	kr 72,50
Driftskost per kvm kun for elementer total		kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71
Leieinntekt		kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00
Sum	kr 4 890,38	kr 3 905,59	kr 2 920,80	kr 1 936,01	kr 951,22	-kr 33,57	-kr 1 018,37

Strømprisen vil utgjøre 72,5 kr per kvadratmeter i energiklasse C. Forskjellen i strømprisen utgjør i dette tilfellet også kortere nedbetalingstid enn ved strømpris på 0,95 kr. Det vil ta fem år å betale ned investeringen, til forskjell fra 6,5 år i tabell 21. Det foreligger en differanse på 395 kr, derav 39% forskjell i år seks.

Neste scenario er med dyrere strøm, derav 1,5 kr per kWh. I tabell 24 vises scenario innenfor energiklasse A (se formel 10, [vedlegg 6](#)).

Tabell 24. Scenario strømpris 1,5 kr kWh for energiklasse A.

Økonomisk post/år	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5
Investering	kr 5 945,29					
Driftskostnader per kvm energi (fra spotpris)		kr 135,00	kr 135,00	kr 135,00	kr 135,00	kr 135,00
Driftskost per kvm total u/energi (kun for elementer)		kr 694,04	kr 694,04	kr 694,04	kr 694,04	kr 694,04
Leieinntekt		kr 2 300,00	kr 2 300,00	kr 2 300,00	kr 2 300,00	kr 2 300,00
Sum	kr 5 945,29	kr 4 474,33	kr 3 003,38	kr 1 532,42	kr 61,46	-kr 1 409,50

Nedbetalingstiden er økt til fem år, men med en forskjell på 15% i år fem ved gjennomsnittlig strømpris i energiklasse A. Det er derav 246 kr differanse.

Ved å gjennomføre lignende scenario for energiklasse C, vil nedbetalingen fremstå som vist i tabell 25 (se formel 10, [vedlegg 6](#)):

Tabell 25. Scenario strømpris 1,5 kr kWh for energiklasse C.

Økonomisk post/år	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6
Investering	kr 4 890,38						
Driftskostnader per kvm energi fra spotpris		kr 217,50	kr 217,50	kr 217,50	kr 217,50	kr 217,50	kr 217,50
Driftskost per kvm kun for elementer total		kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71	kr 542,71
Leieinntekt		kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00	kr 1 600,00
Sum	kr 4 890,38	kr 4 050,59	kr 3 210,80	kr 2 371,01	kr 1 531,22	kr 691,43	-kr 148,37

Det vil i denne tilnærmingen også ta seks år før investeringen er nedbetalt. Til forskjell er det 76% differanse fra gjennomsnittlig strømpris i år seks for energiklasse C, som tilsvarer 475 kr.

Basert på scenarioresultatene kan vi konkludere med at en differanse i strømpriser på omtrent 0,5 kr/kWh har innvirkning på driftskostnadene og dermed investeringens tilbakebetalingstid. Det er viktig å merke seg at strømprisene varierer konstant, og disse scenarioene gir kun en indikasjon på gjennomsnittlige kostnader.

4.3 Betalingsvillighet

Innenfor kost-nytte analysen har betalingsvillighet vært et viktig fokusområde for å kartlegge om leietakere er villig til å betale merkostnaden for energiklasse A. Først presenteres eiendomsbesitternes tanker om transformasjonsprosjekter, EPBD, den kvantitative analysen og hvordan en kan øke fokuset på energieffektivitet. Videre presenteres næringsmeglernes synspunkt vedrørende betalingsvillighet, i kombinasjon med forskningsrådgivere, arkitekt og relevant litteratur.

4.3.1 Eiendomsbesitternes tanker

Ved besvarelse av problemstillingen, var det relevant å innhente informasjon om aktørenes tanker vedrørende den kvantitative analysen.

Eiendomsbesitter 1 har i dag ingen kontorlokaler med energiklasse A. Dette bunner i mangel på kunnskap, samt at tilfeldighetene har ført energiklassen frem. Med dette utdyper vedkommende at det er mangel på kvalifiserte tallvurderinger som gjør at diskusjonen vedrørende energiklassen blir basert på en andel av synsing. I dag bygger eiendomsbesitter 2 bygg med energiklasser mellom A og C. Variasjonen bunner ofte i kravene som stilles av leietaker. Det er likevel ikke alle leietakere som stiller krav, og da bygger de etter TEK17.

Tanker vedrørende transformasjonsprosjekter

Eiendomsbesitter 1 har gjennomført et transformasjonsprosjekt tidligere. Foruten dette er satsingen på nybygg, da de ikke har noen tilgjengelige bygg å transformere. Eiendomsbesitter 2 har ikke gjennomført transformasjonsprosjekter i Ove Skår AS, da deres forretningsstrategi ikke inkluderer dette. Grunnen til at det ikke er en del av deres strategi, bunner i lønnsomhet.

I transformasjonsprosjekter oppstår ofte overraskelser underveis som kan være kostbare, utdyper eiendomsbesitter 2. Dette kan føre til at entreprenøren må kalkulere

prosjektet på nytt, noe som ofte øker kostnadene. Dette gjør at entreprenører ofte ikke er villig til å påta seg slike prosjekter.

Eiendomsbesitter 2 har tidligere erfaring med rehabiliteringsprosjekter i et annet firma, hvor prosjektene resulterte i pengetap. Hovedgrunnen var entrepriseformen, som utgjorde at en kombinasjon med totalentreprise og rehabiliteringsprosjekter ble forbudt.

Tiltak for å prioritere rehabiliteringsprosjekter omfavner en kompleks løsning enn kun energieffektivitet, forteller eiendomsbesitter 2. En løsning for rehabiliteringsprosjekt kan være en beskrevet entrepris. Imidlertid sitter byggherren med risikoen, som heller ikke er en ideell situasjon. For å få dem gjennomført bør entreprenøren vurdere entrepriseformen og bli enige med byggherren om en klar beskrivelse av arbeidet, samt legge en endringsavtale til grunn, foreslår eiendomsbesitter 2. De fleste av dagens transformasjons- og rehabiliteringsprosjekter bunner i at byantikvaren har ytret en mening, poengterer eiendomsbesitter 1.

Oftest vil det derfor lønne seg å rive forså å bygge nytt, fortsetter eiendomsbesitter 2. Nybygget skal ofte ha en annen grunnflate enn det eksisterende. I slike tilfeller gjenbrukes ofte elementer fra det gamle bygget. Eiendomsbesitter 1 vektlegger også at det er enklere å estimere kostnadene ved riving. Logistikken på byggeplassen er enklere fordi en kan heise inn elementer per etasje, forså å bygge fasaden. Materialene er ofte prefabrikkerte og klare. Ved eksisterende bygningsmasse blir logistikken en annen da innheising blir mer utfordrende. Det utgjør også fler arbeidstimer i kombinasjon med overraskelsene, ryddingen og klargjøringen av bygget.

Eiendomsbesitter 1 poengterer at deres marginale tilgang til eksisterende bygningsmasse resulterer i en liten gjennomføring av transformasjons- og rehabiliteringsprosjekter i fremtiden. Videre forklarer vedkommende at sannsynligheten for å rive i fremtiden vil nok ikke avta grunnet lønnsomheten. Likevel gir transformasjons- og rehabiliteringsprosjekter en merverdi i form av det estetiske uttrykket.

Vedrørende EPBD

I dag har ikke eiendomsbesitterne et spesielt fokus på EPBD. «Vi vet at EU-kravene kommer, men om det har direkte påvirket oss nå, nei» (eiendomsbesitter 1, personlig kommunikasjon, 31. mai 2024). Vedkommende utdypet at byggene som bygges i dag har fått rammetillatelse som de bygger innenfor. Det kan derfor ikke pålegges noe utenfor rammetillatelsene, annet enn egeninteresse i forhold til finansiering og pådriv fra bank. Likevel hevder vedkommende at de som aktør bør forberede seg på å svare ut EU-kravene.

I likhet med poengene til eiendomsbesitter 1, poengterer eiendomsbesitter 2 at det er åpenbart at det vil bli et fokus på det, og at energiforbruket må reduseres. Eiendomsbesitter 2 er lokalisert i Kroatia under intervjuet, og forteller at landet ligger mange år bak i utviklingen. Likevel skjer fremgang raskt, grunnet kravene til EPBD. For å nå målsettingene må store tiltak gjennomføres. Likevel hevder vedkommende at det vil ta tid før det blir etablert og innarbeidet i bransjen, grunnet kunnskapen som må tilegnes.

Nedbetalingstid

I henhold til nedbetalingstiden i den kvantitative analysen, hevder begge eiendomsbesittere at analysen har en akseptabel nedbetalingstid. Det er enighet om at et slikt nivå bør være interessant og attraktivt i bransjen. Likevel forutsetter det at aktøren tåler investeringen, utdyper eiendomsbesitter 2. Vedkommende tillegger at etablerte selskaper kan være villige til å akseptere en enda lengre nedbetalingstid, kanskje opptil ti år. Vedkommende påpeker også at det er interessant at en kan oppnå energisparing selv om en bruker mer materialer.

Eiendomsbesitter 1 påpeker at forskjellen i nedbetalingstid mellom energiklassene ikke er særlig betydelig. Det som virkelig betyr noe, er når prosjektet er fullstendig nedbetalt. Ved en ti-årskontrakt skjer forhandlingene gjerne et par år tidligere, noe som kan bety at investeringen allerede er nedbetalt og kan gi en konkurransefordel før kontrakten utgår.

Nedbetalingsoversikten er nyttig i bransjen, tillegger eiendomsbesitter 1. Å ha et grunnlag med indikasjoner som viser hva som er økonomisk smart å satse, gjør det enklere å ta valg på et strategisk nivå ovenfor EPBD og finansiering.

Hvordan øke fokus på energieffektivitet?

Eiendomsbesitter 2 tror det i dag er et fokus på energieffektivitet, også blant leietakere. Dette fordi de spør om hva strømkostnaden er. De spør med andre ord ikke direkte om energiklassen, men de har et indirekte fokus på det. Deres fokus er gevinsten av å spare mest mulig i form av lav leie- og strømkostnad.

Begge eiendomsbesitterne er enige om at den økte elementprisen for energiklasse A må utgjøre en høyere leiepris. Eiendomsbesitter 2 mener at på sikt, når skjæringspunktet nås, bør en tilby omtrent samme leiepris eller kanskje lavere. I den sammenheng poengterer eiendomsbesitter 1 at det kan oppstå muligheter for å øke leieprisene mot lavere energikostnader for leietakerne, sammenlignet med andre bygg.

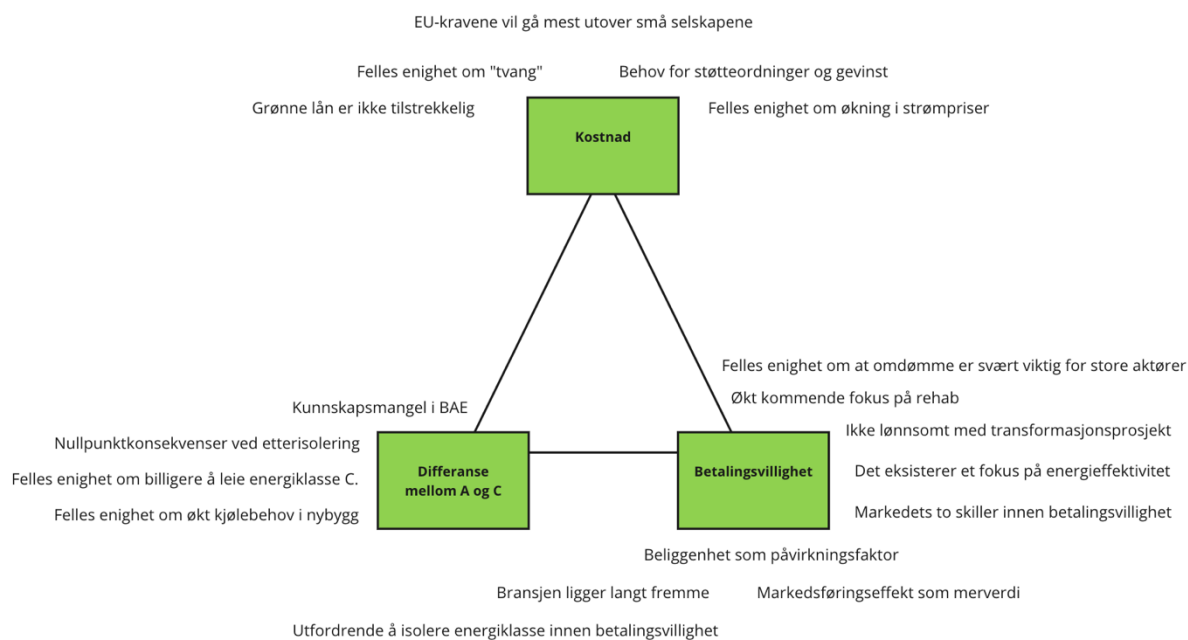
Bygg med høy energiklasse gir en bedre miljøprofil, tiltrekker flere leietakere, og gir byggherren en konkurransefordel, sier eiendomsbesitter 1. Dette muliggjør høyere leiepriser. Likevel må eiendomsbesitter velge mellom lave investeringskostnader eller lave driftskostnader og en høyere miljøprofil.

For å øke et fokus på energieffektivitet, kan det også være viktig å profilere og tenke gjennom fokusområdet bedre for å øke en bevissthet ovenfor leietaker, forteller eiendomsbesitter 2. Om byggherre presenterer gjennomførte tiltak for energieffektivitet og fremtidsplaner for å opprettholde et høyt nivå, kan dette øke leietakernes bevissthet og interesse.

4.4 Informantenes tanker

4.4.1 Betalingsvillighet

Næringsmeglerne i både Metra og Norion bekrefter at det i dag er betalingsvillighet for energieffektive bygg. Likevel er det ikke et kort svar på dette, med hensyn til mange faktorer. I figur 21 illustreres enigheten mellom informantenes perspektiver.



Figur 21. Enighet vedrørende kost-nytte-analysens tre tilnærminger. Selvprodusert illustrasjon.

Ifølge alle næringsmeglerne er det en forskjell i betalingsvilligheten mellom energiklasse A bygg og energiklasse C bygg, da det er et sprik på leietakerne. Markedet kan med hensyn til dette deles i to. Den ene delen er de store selskapene, som sitter i førersetet og flytter markedet fremover. Selskapene er ofte internasjonale eller landsdekkende, samt stat og kommune. I denne delen er ikke energiklasser et tema lenger da de tar en høy energiklasse forgitt. Likevel er de kun interessert hvis det er dokumenterte økonomiske besparelser på energikostnader, hevder næringsmegler 4. Store eiendomsbesittere får derfor leietakere grunnet deres kravspesifikasjon om ulike fasiliteter, moderne bygg, prising, fleksibilitet og lignende. Dette igjen blir markedsstyrt av etterspørsel.

Informant 2 mistenker at kravspesifikasjonene blant de store aktørene kan være en måte å "pynte på noe," hvor den egentlige kompetansen om BREEAM-kravene mangler, men det viktigste er at de leier et BREEAM-sertifisert bygg. Dette bekrefter informant 1 og 4 med at en av grunnene til at dette er deres omdømme og hva de kan reklamere med.

Likedan er det ingen spesifikk etterspørsel etter energiklasser blant den andre kategorien av leietakere som omfavner håndverksbedrifter, salgskontorer eller andre mindre selskaper med 10-30 ansatte. Dette fordi dette ikke er en veiende faktor i deres tilfelle, da de er ute etter billigere leiekostnader, tillegger informant 4. Denne gruppen har ingen kravspesifikasjon, og leier ofte eldre bygg. Næringsmegler 3 hevder i den sammenheng at det med tiden blir færre av de mindre aktørene, da store selskaper kjøper opp andre selskaper.

Næringsmegler 1 og 2 mener på en annen side at energiklassen har en del å si, og blir en viktigere del av kravene til leietaker. I likhet med å finne leietaker, bestemmer eiendomsbesitter også energiklasse på forhånd og bruker det i sin markedsføring. Næringsmegler 3 og 4 informerer om at dette gjelder særlig kontorvirksomhet, da dette segmentet kjennetegnes av å sette mange markedsstandarder og-trender grunnet deres

interesse for en høy miljøprofil. Næringsmeglerne bruker det også i deres markedsføring for å finne flere leietakere.

For 15 år siden var energieffektivitet mindre viktig, og det lå en usikkerhet om en fikk leid ut til en pris som dekket merkostnaden for energiklasse A, hevder næringsmegler 3. I dag har fokuset snudd og en høy energiklasse anses som en nødvendighet blant større leietakere. Bygger du energiklasse B bygg i dag, vil du miste 100% av markedet blant de største leietakerne, hevder vedkommende. Om et stort selskap ikke har dette på kravspesifikasjonen, vil det være et «negativt» skille i forhold til lignende selskaper. Det er her skillet mellom de mindre og større selskapene ofte kommer til syne, poengter næringsmegler 3

Næringsmegler 1 poengterer at mindre selskaper også kan ha et fokus på energieffektiviteten i det formål om mindre driftskostnader. Både næringsmegler 1 og eiendomsbesitterne bekrefter at valgene som påvirker prisen omhandler å være mer grønne, uten at dette er hovedfokuset for mindre aktører.

Det er vanskelig å tallfeste energiklassens betydning innen betalingsvillighet isolert sett. Næringsmegler 1 anslår en betalingsvillighet på cirka 100-150 kr per kvm per år for en høyere energiklasse i Fredrikstad. Når bygg verdivurderes, forklarer næringsmegler 4 at flere kriterier vurderes før verdien settes, inkludert teknisk standard, som også dekker miljøstandard. Dette gjør det utfordrende å kvantifisere miljødelen isolert. Posten er markedsstyrt, som utgjør at næringsmeglere må tilpasse vurderingene etter markedets fokus på temaene.

Næringsmegler 1 forteller at det i noen tilfeller kan være større fokus på energiklasser fra utbyggerens side enn leietakeren, da aktøren kan få grønne lån og Enovastøtte for byggeprosjektet. Enova har deriblant tilskuddsløsninger ved oppgradering av energitiltak i yrkesbygg (Enova, 2024b). Subsidiene er særlig relevant for bygg med et stort forbedringspotensial av energistandard, og typisk eldre bygg som er utdatert energimessig. I tillegg til Enovastøtten vil mange eiendomsbesittere være proaktive, ved å bygge bygg som ligger foran kravene for å unngå å måtte gjøre endringer i ettertid, hevder næringsmegler 1.

Likevel er eiendomsbesitter avhengig av leietaker. Om leietakerne ikke er villig til å betale, blir ikke byggeprosjektet gjennomført, utdyper næringsmegler 1. Dette betyr at eiendomsbesitter finner leietakerne før byggingen starter. Belåningen på et næringsbygg er mellom 50-70%, da det er lav avkastning på leie i forhold til byggepris. Derfor er en avhengig av belåning for å få mer avkastning på egenkapitalen. Da får en dog mer risiko, slik at en må få leietakere inn. I dag er det vanlig å få om lag 50% utleid før en starter på byggingen. Økningene i leiepris utgjør da at leietakere som ikke prioriterer energieffektivitet i høy grad, «faller av lasset».

Støtteordninger

Informant 4 poengterer at en egentlig har svaret om transformasjons- og rehabiliteringsprosjekter er lønnsomt, når en er avhengig av å få støtteordninger for gjennomførelse. Svaret er da til en viss grad nei. Dersom manglende finansiering for rehabilitering av eldre bygninger fortsetter, vil all kapital fra utbyggerne gå til rehabilitering, noe vedkommende mistenker vil skje i større grad grunnet EPBD.

I den sammenheng bør staten innføre flere insentiver som utgjør en forskjell for investeringsinteressen ved rehabiliteringsprosjekter, hevder næringsmegler 1. Næringsmegler 2 tillegger at støtten bør gå til prosjektet. Å gi støtte til byggherrer og eiendomsbesittere er et positivt insentiv, men det bør sikres slik at pengene går til riktig sted. I den sammenheng hevder næringsmegler 2 at investeringene må føles fornuftig, og at en må få noe tilbake for å gjennomføre noe da eldre bygg kan nå standarden en ønsker.

De store selskapene med grønne profiler får en vinning igjennom markedet, og ser trolig fornuften ved investeringene, hevder næringsmegler 4. De mindre selskapene, er trolig mer avhengig av å vinne noe, som utgjør viktigheten av kost-nytte, informerer næringsmegler 2. Det sitter naturligvis lengre inne for mindre aktører å koste på et bygg som ikke er garantert å få investeringen tilbakebetalt. Samtidig vil en ikke være dårligere i markedet enn andre.

I likhet med næringsmeglerne, hevder Rødeseike (2021) er det tre konsekvenser som medfører for bedrifter som ikke har et fokus vedrørende bærekraft. Konsekvensene omfavner at du blir en uattraktiv aktør både hos banker og forsikringselskaper. Dette resulterer i dårligere betingelser, da bankene og forsikringselskapene føler det mer risikofylt å forsikre eller belåne bygg som ikke er grønne. Det vil også være få investorer som vil sette pengene sine i slike eiendommer. Opphavet for dette er markedsstyrt og krav satt av myndighetene. Hele eiendomsmarkedet vil med tiden bli påvirket, og ikke kun de største aktørene. Dette i henhold til deres potensielle tap av omdømme, da de vil falle av lasset. I likhet med næringsmegler 3, vil også selskapene tape i rekruttering av arbeidstakere, da de «kloke hodene» har høyere krav til sine arbeidsgivere.

Grønne lån

Grønne lån er et tilbud fra bankene, hvor ekstra gode belåningsbetingelser gis til prosjekter som utføres på en miljøvennlig måte (Loan Market Association et al., 2018).

Det er i dag stor etterspørsel etter grønne lån, forteller forskningsrådgiver 6. Med tanke på at DnB er Norges største bank (Giske, 2022), kan en anta banken representerer et gjennomsnitt i landet og dermed gir et godt bilde av dagens situasjonen.

Forskningsrådgiver 6 forteller at det viktigste for kunden er å få kapital, og grønne lån er derfor for øyeblikket et «bonus». Om bygget oppnår minst 30% energiforbedring, oppnår investeringen grønt lån om det oppfylder bankens kriterier. Grønne lån må også harmonisere med EU-taksonomien, som benevnes som «bærebjelka» for omtrent all grønn finansiering.

Ifølge forskningsrådgiver 6 finnes det to typer grønne lån: bærekraftslinket lån og grønne lån. Bærekraftslinket lån gir generell selskapsfinansiering som kan brukes fritt, mens grønne lån er prosjektspesifikke og gir markedsføringsfordeler, noe som gir veletablerte bedrifter et godt omdømme og en prisfordel på 0,05-0,1%.

Dokumentasjonskravene for grønne lån er imidlertid mindre attraktive for små selskaper. Utfordringen ligger i høye dokumentasjonskostnader og mangel på informasjon om lønnsomme investeringer. Grønne lån og BREEAM-sertifisering koster 2-5% av byggets total kostnad, men øker verdien mer enn kostnaden, hevder forskningsrådgiver 6. Grønne lån er en følge av bærekraftige tiltak, og rapporteringsprosessen blir mer og mer

optimalisert. Likevel kvalifiseres ikke bygg i energiklasse C for grønne lån, som også gjør at mindre selskaper ikke får betingelsene.

Grønne lån alene driver ikke rehabiliteringsprosjekter, men forretningsmodellen og nedbetalingstiden er avgjørende, utdyper forskningsrådgiver 6. DnB fokuserer på å kartlegge energimerker og utvikle gode forretningsmodeller, selv om det er utfordrende på grunn av manglende konsekvenser for å ikke energimerke. I byggefinansiering begrenser klimarisiko hvor mye en kan låne basert på byggets energiklasse. DnB jobber med å øremerke midler for oppgradering av bygg og integrere kreditt- og bærekraftsvurdering i risikomodellene.

Forskningsrådgiver 6 understreker at grønne lån og energiklasser blir stadig mer relevante. Bankene må formidle kunnskap til kundene på en logisk måte. Manglende kompetanse blant rådgivere skaper umodenhet i bransjen, og bankene har utfordringer med rådgivningsomfang. Ulike kriterier mellom banker kan føre til motstridende råd og skade omdømmet. Forskningsrådgiver 6 mener at selvtillit og riktig håndtering av bekymringer rundt grønnvasking er viktig.

4.4.2 Påvirkningsfaktorer for betalingsvillighet

Beliggenhet er ifølge næringsmeglerne den største faktoren som påvirker betalingsvilligheten. Næringsmegler 2 forteller at bedrifter betaler for ønsket og mulig beliggenhet. Nybygg med høy energiklasse bygges ofte i sentrale områder for å møte fremtidige standarder. Større leietakere vil ofte holde til i attraktive områder, som fører til en felles forståelse mellom utleier og leietaker når det gjelder energikrav og forventninger. Om en har et svært attraktivt kontorbygg med høy energiklasse utenfor disse områdene, vil det trolig være mindre interesse, til tross for billigere leiepris. Ifølge næringsmegler 1, er det 20-25% lavere betalingsvillighet utenfor Fredrikstad sentrum.

Romplan og areal er også viktige faktorer innenfor betalingsvillighet, forteller næringsmegler 1. Ved å få ned arealet sparer en energi, som utgjør et indirekte fokus på energieffektivitet i markedet. Likevel er det ikke en praksis at dette står alene som utgjørende faktor, men i tråd med at leietaker vil få mest miljø for pengene. For to år siden, hvor strømprisen var vesentlig lavere, fikk omtrent ikke næringsmegleren spørsmål om månedsforbruk i strøm. Dette er annerledes i dag, med hensyn til besparelespotensialet.

Den viktigste grunnen til at energiklasser alene ikke er en avgjørende faktor er de kommersielle aspektene, ifølge informant 1. En kombinasjon av fin arkitektur, god geometri og energieffektive kontorbygg gir det beste resultatet. I eksisterende bygningsmasse kan det imidlertid være utfordringer som lav takhøyde og lite dagslys, som er viktige faktorer i kontorbygg. Nybygg har ofte en mer optimal geometri enn eldre bygninger, noe som kan føre til lavere gjennomsnittlig leie for de ineffektive lokalene, påpeker næringsmegler 1.

Om en ser for seg et scenario hvor to helt like bygg sto ved siden av hverandre, det ene som nybygg energiklasse A og det andre som oppgradert til energiklasse A, vil det ifølge næringsmegler 1 og 3 ikke vært noe forskjell i betalingsvilligheten innen energi. Leieprisen er derimot en viktig faktor hevder informant 3, da prisen på energikosten for leietakerne vil være omtrent like.

Informant 2 finner det vanskelig å besvare om det ville vært skiller mellom etterspørselen i byggene ved scenarioet. Her vil trolig tilpasningskostnaden være den mest avgjørende, med hensyn til at leiekostnaden påvirkes, hevder informanten. Med tilpasningskostnad menes endringer i bruk av ressurser, som oppstår ved tilpasning grunnet reguleringsendringer (Grimsby et al., 2016)

I henhold til nevnt scenario, er også en alternativkostnads-diskusjon på eldre bygg, forklarer informant 4. Dette omfatter å se ulike alternativer; hva som går i pluss for eiendomsbesitter, hva er minus ved en leietaker i forhold til en annen, og om det er for kostbart å miste leietaker. Spørsmålet er også om det er bedre å beholde en leietaker med noe dårlig leieinntekt fremfor å miste den. Da står en med ledig arealer, som er det mest kostbare.

4.4.3 Eksisterende bygningsmasse og myndigheter

Næringsmegler 2 hevder at miljøbesparelsene vedrørende eksisterende bygningsmasse ikke får nok oppmerksomhet. Informant 3 forteller imidlertid at totalrehabilitering er et tema i dagens marked, men det er dog et større fokus på rehabiliteringen, fremfor den reelle miljøeffekten. Likevel opplever næringsmegler 3 en nysgjerrighet på den reelle miljøeffekten, men at det foreligger manglende data vedrørende dette. Dette trolig fordi de fleste velger nybygg, både av utbyggere og leietakere. I likhet med eiendomsbesitterne, tror næringsmegler 4 det er ekstremt kapitalkrevende og risikofylt å gjennomføre transformasjonsprosjekter, men at det i dag gjøres løft i eksisterende bygningsmasse.

Ved potensielle utviklingsområder ligger spørsmålet om å rehabilitere eller bygge nytt til grunn, forklarer informant 3 og 4. Om det foreligger ledig areal, bygger en nytt, og om det ikke er ledig areal rehabiliteres byggene, poengterer informant 4.

Ifølge CBRE (2024) en økende optimisme blant mindre firmaer i Norden når det gjelder å investere i eksisterende eiendom. Aktiviteten innenfor investering forventes å øke i 2024, da 83% av respondentene i CBRE sin spørreundersøkelse forventer å enten opprettholde eller øke kjøpsaktiviteten. Undersøkelsen gir innsikt i investeringslandskapet i Norden.

Næringsmegler 1 tillegger at teknologien vil gjøre det lettere å nå krav og energioptimaliseringer, i tillegg til at vedkommende tror få er interessert i å sløse med tilgjengelig energi og ressurser ved nybygging. Likevel er ikke rehabiliteringsprosjekter utbredt i stor grad grunnet mangel på kunnskap, utførelse og et usikkert lønnsomhetsbilde, hevder vedkommende i likhet med eiendomsbesitterne.

Næringsmegler 3 har en tanke om at de som rehabiliterer i dag, har et stort fokus på å bedre energieffektiviteten. Arkitekt tillegger at oppgradering av energiklasser er den viktigste tematikken i forhold til rehabiliteringsprosjekter, i den grad bygningsmassen er rigget for å få noe fornuftig ut av den. Det er likevel stor andel bygningsmasse som er dårlig egnet grunnet alder og ikke er i byggeteknisk stand til å oppgraderes.

Bevaringstemaetikk innen vern og kulturminne er også ofte vanlig tema i eldre bygg som resulterer i ulike kompromisser, fortsetter arkitekt. I den forbindelse, stiller næringsmegler 1 seg nysgjerrig til hvordan EU-kravene skal løses. Her er det flere utfordringer om fasaden må stå slik den er, da en må etterisolere innsiden av veggene, som igjen kan resultere i overnevnte konsensproblemer.

Arkitekten spekulerer i om det finnes andre tiltak som er mer effektive for eldre bygg som ikke egner seg for oppgradering. Et forslag er å fokusere på tilførselssiden ved å implementere energitiltak som gir fornybar energi, noe som kan forbedre den totale energisituasjonen. Selv om energiforbruket forblir det samme, reduseres behovet for ekstern energi, noe som igjen sparer strømmettet. Ved å legge til rette for jordvarme eller andre fornybare energikilder, skapes en egen produksjonsenhet.

I følge Benjaminsen (2021) består 99% av jorden av temperatur på 1000 grader eller mer. I dag blir dets potensial utnyttet og omgjort til fornybar energi, derav jordvarme, som er CO₂-fri og stabil.

For å få et utbytte av jordvarme, kan en grave ned en slange i jorden på omlag en meters dybde (Thermia, 2024). Slangen inneholder væske som henter varme fra bakken. Denne væsken oppvarmes av jordvarme, som pumpes opp til bygget. Det er en jordvarmepumpe som utviner varmen ved hjelp av kompressorteknologi, og væsken pumpes tilbake til jorden igjen. Væsken i slangen fortsetter å sirkulere runde etter runde. Selve pumpen har en levetid på om lag 20-30 år.

Desto større bygget er, desto mer jordvarme utnyttes, poengterer arkitekt. Dette vil si at dette er en god oppvarmingskilde for kontorbygg. Jordvarme vil imidlertid ikke forbedre energiklassen, og byggets konstruksjon forblir i dårlig stand. Arkitekten påpeker at det er synd at slike tiltak ikke har større innvirkning på energiattesten, da det i prinsippet kan være bedre å la bygg stå som de er i dag.

I den sammenheng poengterer næringsmegler 1 at myndighetene ikke oppfordrer til å rive, men samtidig er det ikke like lett å få dispensasjoner. Dette mener vedkommende er en av årsakene til at flere eldre bygg står tomme i dag. Samtidig informerer vedkommende om at slike problemstillinger begynner å bli bedre, da det er takhøyde for å komme med innspill.

4.4.4 Prisforskjeller og besparelse

Alle informantene hevder at det er billigere å leie energiklasse C bygg. I tillegg til økte materialkostnader, hevder næringsmegler 1 og 2 at prisdifferansen bunner i markedsendringer, leietakernes holdninger, samt renter.

En relevant problemstilling er at bygg i energiklasse C kan være billig å leie, men kostbart å varme opp. I motsetning til eiendomsbesitter 1, tror ikke informant 1 og 3 at leietakere er villige til å betale mer i leie for å spare på driftskostnadene, da inntektene fra lavere driftskostnader sannsynligvis ikke vil dekke den økte leiekostnaden.

Næringsmeglerne nevner at det også usikkert hvor mye en faktisk sparer i driftskostnader mellom A og C, da det mangler konkrete regnestykker på dette området. I realiteten er det kun leietakerne som direkte drar nytte av forskjellene i energiklasser, da de er de som betaler for strømmen. Til tross for dette klarer de likevel ikke å dekke 100% av leiekostnadene gjennom besparelsene på strøm, ifølge næringsmegler 4.

Informantene 3 og 4 påpeker også at prisforskjellen mellom energiklasse A og C bygg ikke er veldig stor, og det kan være dyrere å oppgradere et eldre bygg til energiklasse A enn å leie energiklasse A-bygg. Et eksempel gitt av informant 3 er et bygg i Trondheim som ble totalrehabilitert i 2012, slik at kun betongen var gjenværende. Bygget er i

energiklasse A, men likevel er det ikke like mye verdt som et nybygg, da det er fra 2012. Dette fordi det ikke har noe nyhetsverdi tillegg informant 4.

4.4.5 Energifokus i Oslo, Fredrikstad og Trondheim

Eiendomsbesitter 2 poengterer at de større byene er lengre fremme. Næringsmegler 1 poengterer at det er et større fokus på energiklasser i Oslo enn Fredrikstad, grunnet betalingsvilligheten. Eiendomsbesitter 2 tror også at det stilles mer krav i Oslo fra leietaker. I den sammenheng er det essensielt å se på Fredrikstad sitt leiemarked i forhold til Oslo og Trondheim.

Leiemarkedet i Fredrikstad

Fredrikstad har et innbyggertall på 84 748 i 2023 (Metra næringsmegling, 2023), hvorav 199 kontorbygg. I flere år har markedet for utleie i denne byen opplevd en positiv vekst. Utleiemarkedets høyeste leiepriser for kontor er hovedsakelig i nybygg, som har høy nærhet til sentrum og Værste-området.

Selv om eiendomsmarkedet det siste året har vært preget av renteøkningen, har leieprisene i Fredrikstad vært ganske stabile, og til overraskelse noe stigende (Metra næringsmegling, 2023). Dette skyldes ikke bare byens etterspørsel etter moderne og attraktive kontorlokaler, men også næringens tillit til byens vekst. På Værste er det planlagt 12 000 kvm kontorareal mot år 2026 (Metra næringsmegling, 2023) som vil bidra til vekst i byen.

I 2023 var det 10 kontorer som ble registrert energimerket i 2023 i Fredrikstad (Enova energimerke, 2024). I Oslo var det derimot 131, som vil si 93% mer. I denne sammenheng er det viktig å legge til grunn at i Oslo var populasjonen 711 300 i 2023 (Oslo kommune, 2024), som utgjør 88% forskjell mellom byene.

Gjennomsnittlig leieinntekt i Fredrikstad i 2023 er 1700 kr, og en høy leieinntekt i sentrumsområdet er mellom 2300-2500 kr (Metra næringsmegling, 2023). I Trondheim sentrum, derav Midtbyen, ligger leieprisen på 3500 kr per kvm i 2023 (Norion, 2023). En må i utkanten av byen, for å ha tilsvarende leiepriser som Fredrikstad sentrum. Samtidig er det 212 600 personer i Trondheim i 2023 (Trondheim kommune, 2024), som tilsvarer en 61% forskjell fra Fredrikstad. Om forutsetningen for høy leiepris i Fredrikstad sentrum er 2400 kr per kvm, vil forskjellen mellom leieprisene i Trondheim sentrum og Fredrikstad sentrum være 32%. Imidlertid er kontorledigheten omtrent tilsvarende, da ledigheten i Fredrikstad er mellom 4-6% (Metra næringsmegling, 2023), mens i Trondheim er den 6,4% (Norion, 2023). Det er i begge byer forventet en økonomisk stigning i henhold til leieprisene.

Med hensyn til forskjellene mellom Trondheim og Oslo og Fredrikstad og Oslo, forteller næringsmegler 3 og 4 at dette bunner i at Trondheim er en større by, samt en universitetsby, derav «kontorby». I mindre byer blir mindre aktører i næringsmarkedet mer synlig, forteller informant 3. Dette kan også utgjøre et skille.

4.4.6 Energibesparelser

Informant 1 tror at regulering av innetemperatur kan føre til betydelige energibesparelser, særlig i nybygg. Slik kan en redusere energiforbruket under ekstreme

årstider. Selv om komforten kan bli litt mindre, ville et par graders justering gjøre en betydelig forskjell.

I den sammenheng tillegger informant 2 at energiforbruket i nybygg for nedkjøling og oppvarming kan medføre tap av flere grunner. Det bør være økonomisk gunstig å betale en høyere leiepris i nybygg sammenlignet med et eldre bygg. Hvis det ikke lønner seg å betale mer for arealet vil leietakeren tape på å velge et nybygg, også hvis strømkostnadene der er lik eller høyere enn i et eldre bygg med lavere leiepris og mindre behov for nedkjøling.

Informant 1 argumenterer for at energiforbruket kan være lavere i et eldre bygg, grunnet behovet for mekanisk ventilasjon i nybygg. Selv om det er bedre komfort og inneklima i nybyggene, er det ikke gitt at energiforbruket er lavere, selv med teknisk oppdaterte systemer. I eldre bygg er det vanskelig å regulere temperaturen stabilt gjennom hele året, så beboere aksepterer ofte temperaturforskjellene gjennom dagen og årstidene. Hvordan strømprisene påvirker leietakerens kostnader gjennom hele året blir derfor et viktig spørsmål i henhold til temperaturreguleringene i nybygg, fremfor aksepten om variasjon i eldre bygg. Imidlertid forteller næringsmegler 1 at det er viktig å legge til at dagens ventilasjonssystemer er utviklet smart.

Det er ikke gitt at et ZEB-bygg er i energiklasse A, ifølge forskningsrådgiver 2. Derfor må en se på helheten av bygget. I likhet med Likevel kan en «trade» innad i bygget, ved å gjøre mindre på et område i bygget, og mer på et annet. I den forbindelse må en kontinuerlig se på kost-nyttene av alternative løsninger. Et eksempel er lønnsomheten av å installere varmepumpe, fremfor å etterisolere.

4.4.7 Klimagassutslipp

Informant 1 lufter tanken om at det ikke er sikkert at tiltakene og bidragene mot det grønne er så fint som en tror. I bygg er det derfor viktig å se på aspekter fra start til slutt, og ikke kun i bruksfasen.

Energi har blitt kostbart, og informant 2 forteller at det underkommuniseres om behovet som er for energihumper. Med dette menes at det ikke blir kommunisert tilstrekkelig behovet for å iverksette tiltak som kan ivareta ujevnheter, eller økning i energiforbruket. Ved en økende investering i vindkraft, og nedkutt i fossile kraftverk, vil trolig energikostnaden øke, argumenterer informant 2. Det vil da gange energieffektive bygg, som trolig trenger mindre tilførsel av energi.

Næringsmegler 2 vektlegger at politikken må endres i takt med energimangelen, og at en må tåle mer av eksempelvis vindmøller på land. Om en ikke innfinner seg, vil en oppnå et stort energiunderskudd i Europa. I henhold til dette, tror næringsmegler 1 og 2 at energieffektivitet er et arbeidsområde som lenge må arbeides med, grunnet det skjeve differansen mellom forbruk og produksjon.

4.4.8 Fremtidig fokus og utvikling

Bransjen er i dag langt frem i forhold til forskrifter og reguleringer, hevder alle informantene. Informant 4 hevder at dette er unikt i forhold til andre bransjer, hvor en jobber akkurat for å nå minstekrav.

Informant 1 hevder at fokuset vedrørende energiklasser og transformasjonsprosjekter vil trolig snu gradvis i fremtiden for de mindre selskapene, etter hvert som det blir mer og mer fokus på dette i samfunnet og ved innstramninger i forskrifter og krav. I dag er det svært vanskelig å bygge et bygg med dårlig energiklasse grunnet reguleringer, i tillegg til at bankene setter krav.

Det er en stor andel gamle bygg i landet, derav 38 876 allerede bygde kontorer (SSB, 2024a). I den sammenheng forteller næringsmegler 1 at mange kommuner har bygg de selv kan transformere og oppgradere. Imidlertid er de også presset økonomisk. Likevel settes det krav fra kommunene, selv om de selv ikke fremstår som forbilder. Det er i den sammenheng frustrerende at ikke bransjen har mer makt i utarbeidelsen av forskriftene.

Næringsmegler 2 påpeker viktigheten av at myndighetene innfører reguleringer og insentiver som både tvinger aktører til å handle og samtidig gir dem mulighet til å finansiere prosjektene. Vedkommende uttrykker imidlertid bekymring for at myndighetene kan gjennomføre tiltak uten å lytte til markedet. Slike tiltak kan overse kost-nytte-vurderinger, noe som kan føre til bygningstekniske utfordringer og økte kostnader. Næringsmegleren skulle ønske politikerne hadde mer forståelse for den kommersielle biten av energieffektivisering. Dette fordi det må være en økonomisk gevinst for både leietaker og eiendomsbesitter. Om en investerer eksempelvis 20% for å bli grønnere, men leien ikke dekker dette, får en heller ikke noe finansiering til tross for grønne lån.

Informant 1 mener imidlertid at det er iverksatt mange positive tiltak i Norge, deriblant energimerkingskravene i 2010. Informanten poengterer at dette er et svært nyttig tiltak i forhold til de mindre eiendomsbesitterne. Vedkommende poengterer også at selv om en i Norge kan være raske og oppfylle både EU, FN og nasjonens krav, er det ikke gitt at resten av EU klarer det i samme tempo.

Næringsmegler 1 sitt viktigste mantra er tanken om at det er bred enighet om nødvendigheten av tiltak for å møte globale utfordringer. Dette vil få økt oppmerksomhet da dagens generasjon har betydelig kunnskap og fokus på disse problemene. Likevel erkjenner vedkommende at staten og EPBD sin korte tidshorisont for gjennomføring av disse kravene er både ressurskrevende og økonomisk belastende. Urealistiske tidsfrister skaper frustrasjon og mistillit til politikerne. Ifølge informant 1 hjelper det dog lite om enighet og forståelsen vedrørende det grønne skiftet, om ikke utførelsen av tiltakene gir avkastning.

Næringsmegler 2 bemerker at for å overholde disse tidsfristene, må staten ha mer makt. Vedkommende mener at det viktigste er å arbeide mot målene og kravene grundig, og at en ikke må slutte å sette høye standarder fremfor korte tidsfrister.

Næringsmegler 2 og 3 supplerer med deres viktigste mantraer, som er deres inntrykk av bransjens holdninger handler om svært mye, derav politikk, troen på energi, samt om samfunnet vil ha et overskudd eller underskudd på energi i fremtiden. Det handler dog om finansiering, men viktigst; leietakeren.

For at flere bygg må rehabiliteres, tenker informant 3 at en ikke kun bør oppgradere miljøstandarden, da en er avhengig av at bygget har den tekniske og arkitektoniske standarden som kan konkurrere med et nytt bygg. Det må med andre ord være gjennomført til fingerspissene. Oppgraderinger av eksisterende bygninger kan være

nødvendige for å være konkurransedyktig, påpeker næringsmegler 4. Mange bygg har moderniserte kontorarealer, men eksempelvis gangene kan fremstå som gammeldagse. Helheten og alderen på oppgraderingene spiller derav en viktig rolle for leietaker.

På en annen side er en konsekvens av EU-kravene omplassering av leietakere som er i eldre bygg, for å rehabilitere byggene, hevder næringsmegler 1. Dette skaper et stort behov for andre arealer til leietakere, mens rehabiliteringen eller transformeringen foregår. Slik går tiltakene mot sin hensikt, om dette resulterer i et behov for nybygg. Næringsmegler 1 mener derfor at en bør ha en naturlig gang på energioppgradering og rehabilitering. Om noen år vil leiekontraktene gå ut, og et behov for rehabilitering skjer naturlig, fremfor å omplassere de fra et funksjonelt bygg.

En annen konsekvens av omplassering av leietakere, vil være tomme lokaler for opprinnelig leietaker, forteller næringsmegler 1. Dette er verken lønnsomt eller bærekraftig. Det vil bli tøft for eiendomsbesitterne å drive kontordrift om de må kaste ut sine leietakere for å oppgradere bygningsmassen, om det ikke er gitt at de kommer tilbake.

4.5 Oppsummering

Sammenstillingen av kvalitativ og kvantitativ analyse er viktig for å integrere tilnærmingene (McKim, 2017). Forskningsprosessen har omfavnet å bygge en bro mellom leietaker og eiendomsbesitter. Om leietaker ser gevinsten av et energieffektivt bygg, vil de også betale for det. Eiendomsbesitter får ikke et utbytte av det lavere energibehovet, foruten om bygget står tomt og en selv må betale strømregningen.

Den kvantitative analysen viser forskjellen mellom kostnader, inntekter og betalingsvillighet, noe som bekreftes av informantene. For eksempel indikerer analysen betydelige langsiktige besparelser ved oppgradering til energiklasse A, mens kvalitative data forklarer viktigheten av disse besparelsene. Informasjonen viser objektivt at energiklasse A gir lavere driftskostnader over tid. Den kvalitative analysen gir innsikt i hvorfor noen eiendomsbesittere nøler med å investere i denne klassen på grunn av høye initialkostnader eller mangel på insentiver. Større leietakere er villige til å betale mer for lavere driftskostnader og en grønn profil.

Den kvantitative analysen viser også at vinduer står for en stor andel av varmetap og bør oppgraderes til lavenergivinduer, noe eiendomsbesitterne bekrefter. Nedbetalingstiden for isolasjon og vinduer er relativt kort, noe som støtter informantens syn på at lavere energiforbruk øker verdien av bygg i energiklasse A, til tross for høyere initiale kostnader. Energikostnaden viser lønnsomhet i den kvantitative analysen, og det er en indirekte betalingsvillighet som øker byggets leiepris.

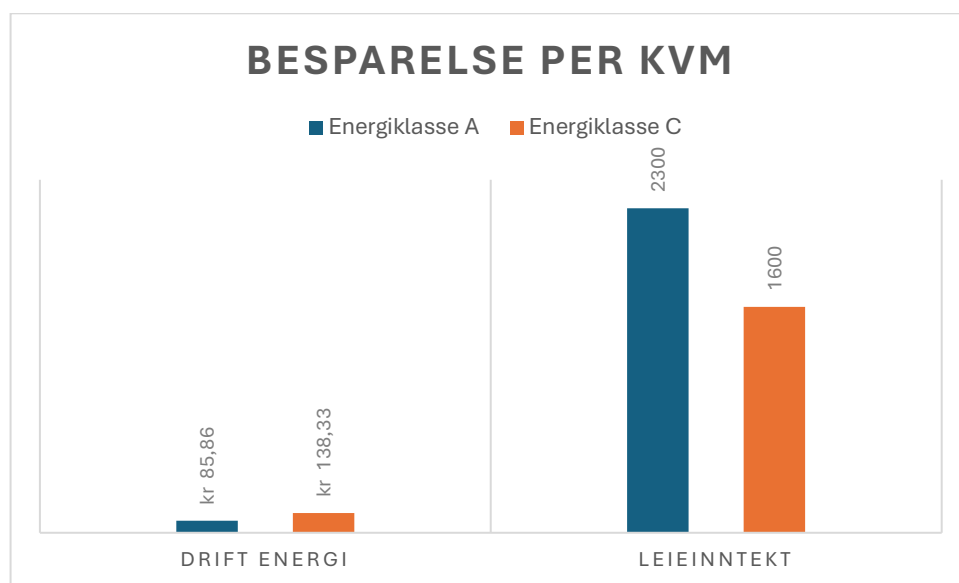
Det kan også bekreftes at perspektivene til næringsmeglere og resterende informanter samsvarer med eiendomsbesittere når det gjelder miljøprofilering, lønnsomhet og driftskostnader. I neste kapittel diskuteres funnene nærmere.

5 Diskusjon

I tilhørende kapittel vil de viktigste resultatene bli omdiskutert i tråd med teorikapittelet. Diskusjonen vil bli delt opp etter problemstillingens fire forskningsspørsmål.

5.1 Hva er de økonomiske forskjellene mellom å oppgradere til energiklasse A i forhold til energiklasse C i eksisterende bygningsmasse?

Noen av de mest interessante funnene er hvordan besparelsen i drift og leieinntekter veier opp for lønnsomheten i energiklasse A, til tross for den høyere investeringskostnaden for elementene. I figur 22 vises en oppsummering på energikostnader og leieinntekt.



Figur 22. Besparelser i drift og leieinntekt for energiklasse A og C. Selvprodusert illustrasjon.

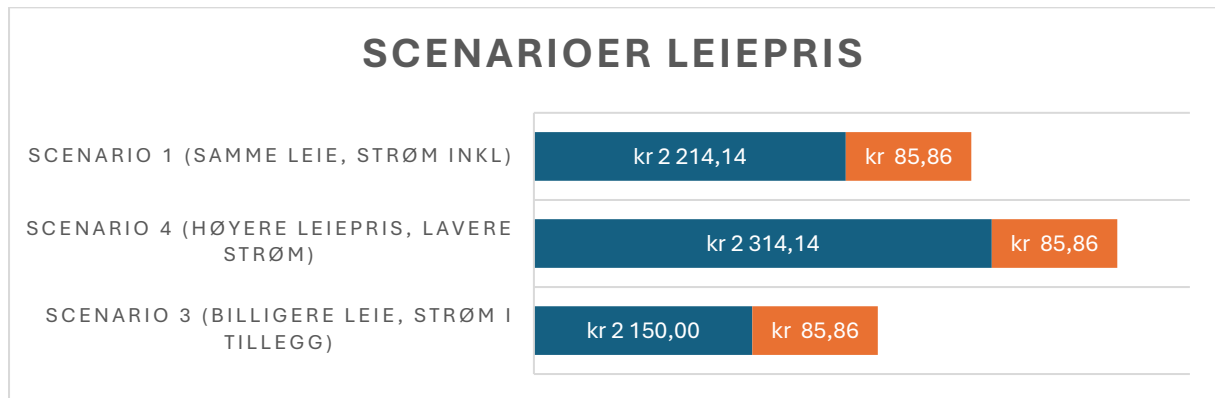
I likhet med Løvlund (2024), bekreftes det i kalkylene at driftskostnadene har en utløsende økonomisk faktor innen drift av bygg. Til tross for at nedbetalingstiden mellom energiklasse A og C ikke er av stor forskjell, kan en likevel argumentere for at energikostnadene og leieinntektene har en avgjørende faktor for hvordan lønnsomheten vendes. Dette fordi investeringskostnaden for energiklasse A er i utgangspunktet 18% høyere enn ved energiklasse C, men likevel nedbetales investeringen raskere.

I scenarioene med ulike strømpriser vises det at nedbetalingstiden gir utslag selv om det er cirka 0,5 kr økning eller reduksjon på prisen. Det ville vært interessant å sett hvordan dette ville gitt utslag i en reell setting, samt medregnet for 12 måneder innen besparelse for bygningselementer fremfor syv av de kjøligste månedene. Energi klasse A bygg benytter seg ofte av selvforsynt energiproduksjon, samtidig som byggene har et større kjølebehov. Parallelt har energiklasse C trolig et større oppvarmingsbehov, og uten fornybar energiforsyning. Hvordan ligningene vil utarte i praksis, vil trolig variere på årstid. I denne sammenheng illustreres også viktigheten av Sandberg et al. (2023, s.52) sitt forslag om innskjerping av krav innen levert energi, hvor lokal fornybar energiproduksjon blir vektlagt. Dette for å få et helhetlig bilde av byggets energiforbruk.

5.1.1 Leiepris

Det fremkommer ulike synspunkt vedrørende leiepris for energiklasse A og energiklasse C bygg, ved at eiendomsbesitter 2 og næringsmegler 1 og 3 mener at når break even oppnås, kan en kunne tilby lavere leiepris for å holde seg konkurransedyktig.

Eiendomsbesitter 1 poengterer at en kan oppnå muligheter for å øke leieprisen mot lavere energikostnader for leietakerne. I figur 23, er tre av argumentene lagt til grunn.



Figur 23. Ulike scenarier for leiepris og strømkostnader for energiklasse A. Selvprodusert illustrasjon.

Med forutsetning om at strømprisen er lik, vil det være leieprisen som er avgjørende for leietaker. En kan tenke seg til at det er det samme for leietaker hva som går til energi og leieutgifter, om totalprisen uansett er det samme. Leietakerne vil imidlertid ha en økonomisk gevinst for å leie energiklasse A bygg i form av mindre energikostnader. Om leieprisen settes høyere, parallelt med en lavere energikost, vil trolig dette være et mindre gunstig scenario enn om eiendomsbesitter setter ned leieinntekten i takt med break even og energikostnadene. Dette vises også i figuren, hvor billigere leie og et tillegg på strømprisen kan være det mest gunstige alternativet for leietaker.

Uavhengig av scenario, kan en uansett fastsette at energiklasse A bygg er avhengig av en høyere leieinntekt grunnet elementkostnadene.

5.1.2 Elementkostnad

Glava og NP viser høyere investeringskostnader for energiklasse A, unntatt Glava sine beregninger for veggisolasjon. Dette bekrefter derfor en desto høyere lønnsomhet for energiklasse A, da mineralull er billigere enn Glava Driv. Selv om det legges til grunn at monteringen er raskere, er dette et nytt produkt som trolig trenger opplæring og innføring i bransjen, før den er 50% raskere enn vanlig påføring. Dette også med hensyn til den gjennomgående kunnskapsmangelen i bransjen.

Om en ser på totalprisene for elementene ved energiklasse A og C, er det 487 824 kr i forskjell, som utgjør 20% differanse. Dette tilsvarer en relativt stor andel av prisen, men likevel er det ikke store differanser langsiktig, med hensyn til innsparingen ved nedbetalingstiden. Om en inkluderer tilhørende kostnader og finansiering som er nødvendig innenfor elementprisen, og besparelsene overstiger 487 824 kr, vil oppgraderingen være økonomisk fordelaktig om nedbetalingstiden er innen en rimelig tid. Rimelig tid kan anses som under 10 år, med hensyn til eiendomsbesitter 2 sin påstand.

Imidlertid, kan investeringskostnaden ved energiklasse A skape en barriere for investorer. Det er ikke gitt at mindre selskaper har kapital til å bruke omtrent 1/5 mer en nødvendig, til tross for nedbetalingstiden.

Til tross for forskjellene ved elementinvesteringene, kan en konkludere med at energiklasse A lønner seg på sikt. Som Glava (2021) hevder, vil det reduserte energibehovet i energiklasse A bygg gi gevinster i forhold til klasse C, spesielt om strømprisene blir stigende. I tillegg ivaretar energiklasse A bygg EPBD i større grad enn energiklasse C.

Er det positivt å gjøre «veggen tykkere»?

Bygg med høyere energiklasse trenger tykkere isolasjon, derav mer materiell. Materialbruken resulterer trolig i et høyere klimagassutslipp i flere indirekte sektorer, samt dyrere investeringskostnader. Til tross for dette er investeringen lønnsom etter fire år.

Imidlertid er det viktig å se på kortsiktige og langsiktige investeringer og utslipp. På en side kan en si det ikke lønner seg økonomisk med energiklasse A, i et kortsiktig perspektiv på under fire år. Om en imidlertid går for energiklasse C grunnet dette, vil lønnsomheten etter fire år vendes, og en sitter igjen med et mindre attraktivt bygg i markedet, samtidig som en trolig må gjennomføre oppgraderinger eller optimaliseringer ved senere tidspunkt grunnet reguleringer. Dette forårsaker høyere klimagassutslipp og kostnader både ved utskiftninger og ved energiforbruk. I likhet med kurven til Fufa et al. (2020) ville det vært interessant å sett en tilsvarende kurve for energiklasse A og C bygg.

I denne sammenheng er det interessant å vurdere om det er mulig å oppgradere eksisterende bygningsmasse til topp standard. På ett vis kan en argumentere for at dette er mulig, da en deriblant kan etterisolere, skifte ut vinduer og oppgradere teknisk anlegg. På en annen side foreligger det spørsmål om en kan oppgradere eksisterende bygningsmasse til topp standard langsiktig. Om tykkere vegger fører til kondens og råte, medføres et utskiftningsbehov raskere enn det trolig ville gjort med tynnere isolasjon. Det kan argumenteres for at det ikke alltid er like bærekraftig og økonomisk holdbart å oppgradere eksisterende bygninger til topp standard, som påpekt av Grønn Byggallianse (2011, s. 11), på grunn av tekniske utfordringer som går utover økonomiske forhold. Likevel er dette kontekstbasert, og mange bygg har i dag et stort potensial, i tillegg til at produkter som Glava Driv inntar markedet.

5.1.3 Forskningens indikasjoner

Det vil være utfordrende å nå energiklasse A med kun etterisolering og vindusutskiftning, da det også i følge Enova, (2024-c) vil være nødvendig med tekniske oppgraderinger. Ved casets tilfelle, vil en større transformasjon være essensielt da bygget i dag kun er et skall.

Ved å inkludere flere kostnadsdrivere i et prosjekt, i tillegg til avgifter og utgifter, kan lønnsomheten vendes. Dette er av grunn til å tro, med hensyn til den manglende gjennomføringskraften av dagens transformasjonsprosjekt.

5.1.4 Manglende data

Både Fufa et al. (2020, s. 4), Haugen & Haugen (2024) og Sandberg et al. (2023, s. 11) hevder at det er utfordrende å kartlegge et datagrunnlag for energiklassene, med hensyn til manglende tilgjengelighet. Dette er noe sjokkerende, med hensyn til at plikten for energimerking kom for 14 år siden og at det er kun 10 kontorer som ble registrert energimerket i 2023 i Fredrikstad.

Mangelen på data indikerer at interessen for å gjennomføre energimerking ikke ligger til grunn. Dette kan komme av flere grunner, derav at det ikke er konsekvenser for å ikke merke byggene, noe som i seg selv virker nytteløst. Bransjen er som nevnt fragmentert, og det kan tenkes til at det er vanskelig å nå ut til mange ledd om det ikke er konsekvenser for å ikke gjennomføre tiltaket.

Med hensyn til revideringen av energimerkingslovverket i Lovdata (2024) som kom i mars, var det ingen endringer i håndhevingen av lovverket. Det kan i denne sammenheng virke som at Energidepartementet heller ikke vektlegger plikten alvorlig nok. Det er imidlertid viktig å gjennomføre slike energiattester, da en må ha et grunnlag for å starte med arbeidet i EPBD. Om en ikke vet hvilke bygg som må oppgraderes, virker det nytteløst å starte arbeidet før en har kartlagt byggenes energiklasse.

5.1.5 BTA og BRA

I tillegg til de økonomiske aspektene, gir de byggetekniske komponentene et utslag for energiklassene. I følge Enova (2016) og Glava (2024-b) medfører energiklasse A bygg en merverdi med komfort og bedre innelima, i tillegg til at en større gulvflate tilgjengelig grunnet unngåelsen av kaldras. På en annen side blir gulvarealet mindre med hensyn til at isolasjonstykkelsen er over dobbelt enn ved energiklasse C.

Spørsmålet blir i dette tilfellet hvor utnyttelsen er høyest. På en side er utnyttelsen av BRA størst i energiklasse C bygg, hvor isolasjonen er tynnere. Om isolasjonen derimot er så tynn, så kaldrasen resulterer i manglende komfort ved vinduet, kan dette utgjøre at arbeidsplassen må trekkes bort fra vinduet.

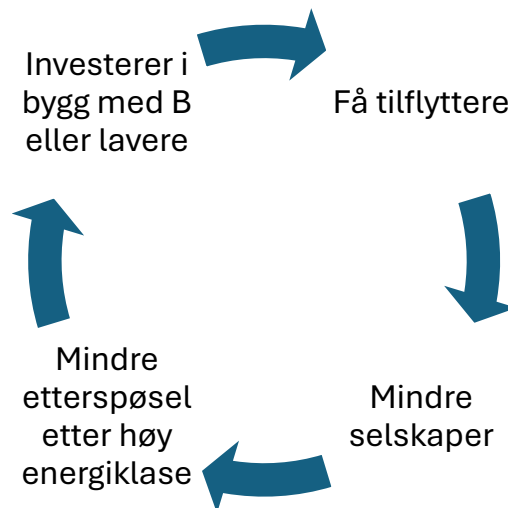
Likevel er det viktig å legge til grunn at energiklasse C bygg som regel er bygget etter TEK17, og er i relativt god stand. Med andre ord kan dette tilsa at forskjellen på kaldras ikke er bærende mellom energiklasse A og C bygg. I tillegg er det av dagens praksis å ha lavenergivinduer. Dette i seg selv er interessant, med hensyn til at investeringen i dette tilfellet har en stor effekt, som gjør at den fragmenterte bransjen beveger seg i samme retning, da over minstekravene. I likhet med eiendomsbesitter 1 sitt utsagn, kan det tenkes til at en billig investering som gir stort utbytte, gjør valget enkelt for både store og små aktører. Dette bekrefter Elnan et al. (2007, s. 2) og Peca (2009, s. 52) sine utsagn om behovet for avkastning og gevinst i bransjen.

På en annen side, er det ifølge Enova energimerke (2024) 67% bygg med energiklasse D-G i Norge, som trolig har dårligere vinduer grunnet alder. Det vil nok i slike tilfeller være større forskjell på kaldras, og en mister kanskje noen kvadratmeter totalt på arbeidsplassen en leier. På lik linje, kan tilsvarende skje om leietaker betaler leien etter BTA i energiklasse A, med hensyn til isolasjonstykkelsen. I slike tilfeller er leieprisen også høyere. Om en derimot slipper kaldtrekk, kan dette likevel være veiende argumenter.

5.2 Hvordan påvirker energioptimalisering av bygg leietakerens betalingsvillighet?

Ut fra forskningens funn, kan en si at byens regjerende arbeidssektor har en påvirkningskraft for byens uttrykk og betalingsvillighet. Etterspørselen mellom byer er variert, som utgjør at fokuset på energiklasser varierer. Næringsmeglerne i Trondheim mente ingen store aktører bygger bygg med lavere energiklasse enn A, mens eiendomsbesitterne bygger i dag energiklasse C og B, til tross for at de er store aktører i Fredrikstad og Sarpsborg. Likevel er de ikke store aktører i forhold til de regjerende i Norge som OBOS og Mestergruppen.

En kan argumentere for at Fredrikstad ligger 10-15 år bak Oslo og Trondheim, med hensyn til at det for tilsvarende år siden var et spørsmål om hvilken energiklasse en skulle bygge etter i Trondheim. Ut fra forskningens funn virker det som at dette spørsmålet fortsatt ligger til grunn i Fredrikstad. Dette kan resultere i en «ond sirkel» innen betalingsvillighet og satsing på bygg med høy energiklasse, som forklart i figur 24.



Figur 24. Mulig sammenheng innen betalingsvillighet i mindre byer. Selvprodusert illustrasjon.

Om aktører investerer i bygg med en lavere energiklasse enn A, kan dette resultere i mindre næringstilflyttere av større selskaper. De mindre selskapene forsetter dog å «regjere» i byen, som skaper en mindre etterspørsel etter bygg med høy energiklasse.

I denne sammenheng er det viktig å huske at EPBD som trolig endrer denne sirkelen, i form av at det blir en investering i bygg med energiklasse A, parallelt med etterspørsel fra markedet.

Likevel er det ikke gitt at sirkelen er «ond». Sirkelen kan ha en dårlig innvirkning på EPBD og miljømessige gevinster, men økonomisk kan den likevel være positiv. Dette grunnet etterspørselen er etter bygg med energiklasse B eller lavere, som gjør at det i følge Bærug (2017, s. 63-64) og DiPasquale & Wheaton (1995, kap. 1) er utfordrende og ugunstig å bygge energiklasse A bygg om etterspørselen ikke ligger til grunn.

5.2.1 Nybygg eller transformere eksisterende bygningsmasse?

Fine kontorarealer som skiller seg ut på en arkitektonisk moderne måte er av stor betydning for å trekke til seg leietakere. Spørsmålet i denne sammenhengen er hvordan denne holdningen kan endres for å gjøre eksisterende bygningsmasse mer attraktivt.

For å gjøre arealene attraktive bør det være en trend å være leietaker i et oppgradert bygg, lik leietakerens anerkjennelse av å leie energiklasse A-bygg. I mange tilfeller vil nok dette kombineres, da oppgraderingen blir til energiklasse A i henhold til Sandberg et al. (2023, s. 14) sine utsagn om at energiforbedringer bør utføres når en først rehabiliterer. Likevel vil det nok være behov for å fremheve og belønne miljøvennlige renoveringer, for å gi konkurransefordeler i markedet.

På grunn av mangelen på beste-praksis prosjekter gitt av Fufa et al., (2020, s. 66), kan eksempler på suksessfulle prosjekter sannsynligvis fremheve fordelene ved å være leietaker i et oppgradert bygg. Et annet tiltak kan også være å stille strengere krav til nybygg innen klimagassutslipp og miljøpåvirkning, slik at rehabiliterings- og transformasjonsprosjekter blir løftet. Fufa et al. (2020, s. 43) hevder at nybygg gir størst klimagassutslipp, men det er likevel ingen konsekvenser for å bygge nytt fremfor å bevare miljøet med å transformere eller rehabilitere.

Likevel må oppgraderingen være lønnsom. Dette er formålet med hele forskningen, samtidig som det også er formålet til enhver investor. Som nevnt av Sandberg et al. (2023) bør støtteordningene være såpass gunstig at nedbetalingstiden blir kortere enn for nybygg. Eiendomsbesitter sier selv at lønnsomheten vedrørende Maskinhallen er anerkjennelsen fremfor avkastningen, så lenge prosjektet går i null. Likevel kan anerkjennelsen føre til avkastning i form av andre prosjekter. Slik tankegang er mulig for større aktører, men for mindre aktører er avhengigheten av direkte avkastning for ethvert prosjekt.

5.3 Hvilke konsekvenser medfører EU-direktivets krav?

EPBD kan medføre utfordringer innen fornybar energiproduksjon, byggetekniske utfordringer som kan gå ut over økonomiske forhold, usikkerhet og teknologisk fremgang.

5.3.1 Fornybar energi

I tråd med Glava (2021) og Byggalliansen (2024) sine påstander om at elektrifisering isolert sett er miljøvennlig i driftsfasen og økonomisk fordelaktig med tanke på strømprisene, kan medførende prosesser være både kostbare og miljøbelastende. I denne sammenheng kan en argumentere for at ikke all fornybar strømproduksjonen i Norge den mest effektive, derav solcellepanel.

Solcellepanel blir mer standardisert, også med hensyn til kravene fra EPBD. I tillegg er det lavterskel i form av at en kan montere det på bygg egne, som er positivt for å spare strømnett. Likevel er ikke solforholdene i Norge de mest optimale, og det krever ressurser, arbeid og penger for produksjon og montering, noe som er viktig å vurdere i et livsløpsperspektiv.

I tillegg er det ikke gitt at energibehovet om sommeren er vesentlig mindre enn om vinteren i energieffektive kontorbygg, med tanke på uttalelsene gitt fra Grønn Byggallianse (2011, s. 11) om temperaturregulering og kjølebehov. Dette kan føre til at det kanskje ikke blir store mengder overskuddsstrøm fra solcellepanelene om sommeren, noe som igjen resulterer i et behov for levert energi hele året.

Livsløps- og helhetsvurderinger er ikke kun viktig i denne sammenheng, men i alle tiltak knyttet til EU-krav og det grønne skiftet. Dette med hensyn til utsagnet fra Bjørnberg (2010) og Byggeordboka (2017) om at bærekraftig bygging omhandler kontinuerlig utvikling for å skape lengst mulig levetid. Ved å oppgradere eller optimalisere, vil miljøet eller økonomien påvirkes i en eller annen form. Tiltak vil føre til klimagassutslipp, og indirekte sektorer vil bli påvirket.

5.3.2 Frigjøre energi

EPBD og taksonomien sitt formål kan virke motsigende ved at energieffektivisering av bygg skaper et økende behov for energi, hvorav forbruket blir høyere. På en side er det naturlig med hensyn til utskiftning fra fossil energi, men likevel belaster dette energisystemet. Å redusere energiforbruket samtidig som en skal elektrifisere bransjen, anses derav som en kompleks problemstilling. Det er derfor ikke gitt at ett smart tiltak har en nyttegrad i et helhetlig bilde.

I takt med elektrifiseringen vil Norge trolig være avhengig av sin egen energiproduksjon. Likevel hevder Andresen et al. (2021), Dokka et al. (2009, s. 23-24) og Larsen et al. (2023, s. 14) at norskprodusert fornybar energi bør frigjøres til land som forsynes av fossil energi. Selv om vind- og vannkraftverk er effektive, kan det tenkes til at Norge har et av de dårligste utgangspunktene for utnyttelse av solenergi, sammenlignet med land som ligger lengre sør. Til tross for kostnadene og ressursene det krever å implementere solcelleanlegg i disse landene, vil trolig virkningsgraden være større. Derfor kan det argumenteres for at EU bør fokusere på implementering av fornybar energikraft der utnyttelsen er størst. Slik kan landene være selvforsynte, og overskuddsenergi kan eventuelt frigjøres til andre land.

En slik løsning kan være et virkemiddel for å utnytte eksisterende ressurser, som kraftverkene i landet. Dette gir Norge muligheten til å utnytte egenprodusert energi, og en reduserer både import, eksport og økning i strømpriser. Sistnevnte kan både være positivt og negativt, med hensyn til at økning i strømprisen gjør energieffektive bygg desto mer attraktive, samtidig som det skaper et økonomisk press for mindre aktører og leietakere. På en annen side blir disse presset til å gjøre energioptimaliseringer og -oppgraderinger, som i seg selv kan være positivt.

5.3.3 Er passivhus det beste alternativet?

EPBD streber etter nullutslippsbygg, men som tidligere nevnt er det ikke gitt at passivhus og andre høyeffektive bygg er det beste grunnet kjølebehov og kondens.

Som nevnt av Grønn Byggallianse (2011, s. 11) kan det tenkes til at passivhus fungerer godt til bolig med hensyn til at det ofte luftes med naturlig ventilasjon. I et moderne kontorbygg er det ofte lite lufting, da en belager seg på mekanisk ventilasjon, i tillegg til at det kan være etasjer som ikke har utgangsdører. På en annen side er ventilasjonen

ofte datert og sørger for å unngå disse problemene. Likevel krever dette energi, også fordi kontorlokalene ofte skal ha fast innetemperatur uavhengig av utetemperatur.

På en annen side vises det i kalkylene at et bygg med energiklasse A er mer lønnsomt, og har et mindre energibehov. Likevel antas det at energibehovet er lavere sammenlignet med eldre og dårlig isolerte bygg som ikke oppfyller kravene i TEK17. Imidlertid, er det ikke sikkert forskjellene er store i energiforbruk om en sammenligner med energiklasse C eller B bygg, hvor kjølebehovet ikke er tilsvarende energiklasse A, men oppvarmingsbehovet er noe større.

Det er også mulig å tenke seg at kjøle- og oppvarmingsbehovet i bygg med energiklasse A øker i takt med leietakerens krav, som sannsynligvis ikke er tilsvarende i bygg med energiklasse C. Hvis en leietaker i energiklasse C ble plassert i et bygg med energiklasse A, kunne energiforbruket ha vært lavere, da de ikke har samme krav. Uavhengig av leietaker, kan en uansett konkludere med at et passivhus trolig har en høyere drivhuseffekt enn bygg med lavere energiklasse.

5.3.4 Vage krav fra EU

I likhet med mangelen på konkrete krav innen u-verdier, foruten Enova sine forutsetninger, har EU også vage krav. Dette er naturligvis logisk, i henhold til ethvert byggeprosjekt sin unike tilnærming. Likevel skaper dette en gjennomgående utfordring i bransjen på ulike måter.

Dette kan føre til svekkelser på deriblant kvalitet i byggeprosjekter, da en ikke har nøyaktige svar. Dette kan resultere i ineffektiv ressursbruk og varierende grad av byggetekniske feil og feilkilder. Dette fordi en ikke vet en konkret fremgangsmåte som fører til et gitt resultat.

Et eksempel fra European Commission (2024a) er at fornybar energi skal gradvis innføres der det er «teknisk, økonomisk og funksjonelt mulig». Det kan tenkes til at påstander som krever en subjektiv mening for tolkning, medfører ofte store forskjeller i utførelse, prioritering og praksis. Det er ikke kun forskjeller mellom byggherrene og eiendomsbesittere, men tolkningsforskjeller mellom byggherrer, eiendomsbesittere og myndigheter kan også oppstå.

Begrepet mangler deriblant tidsrammer, som kan føre til utsettelse. Det kan tenkes til at krav uten tidsramme ikke vil bli prioritert høyt. Dette igjen skaper ringvirkninger hvor elektrifiseringen belaster strømnettet desto mer, som kan motvirke EU sine mål om å redusere klimagassutslipp.

«Gradvis» er også en ordlyd som gjør kravet svært vagt. Det er ikke gitt hvor fort endringene må starte, som igjen skaper en forvirring vedrørende fremdriften. Å planlegge langsiktig, blir i denne sammenheng utfordrende, når en ikke vet når «gradvis» inntreffer.

European Commission, (2024a) ønsker å sikre en åpen prosess, hvor kvaliteten sikres gjennom kontroller. Det vil i denne sammenheng være utfordrende å innføre kontroller og overvåke fremgangen, når ingen tidsramme er gitt. Det vil være vanskelig å gi konsekvenser for de som ikke overholder kravet, da en ikke har noe spesifikke krav å

håndheve. Å bevise brudd på vage retningslinjer, vil medføre tvister og konflikter som i seg er økonomisk og tidkrevende.

Dette fører til at det blir vanskelig å synliggjøre «best praksis», som Fufa et al., (2020, s. 66) hevder er etterlengtet i bransjen. Kunnskapen om implementeringen blir antagelig ikke tilstrekkelig formidlet sammenlignet med om begrepet var mer tydelig definert. Dette medfører en risiko hvor aktører havner i samme fallgruver, som kunne vært unngått om kravet var mer konkret.

På en annen side kan mangelen på konkretisering, gi rom for innovasjon og tilpasning. Med mulighet for spesialtilpasninger til ethvert byggeprosjekt, kan fleksibiliteten føre til en mer effektiv og kostnadseffektiv gjennomføring, enn å bruke standardiserte systemer som kanskje ikke passer det gitte prosjektet. Dette kan veies opp mot argumentasjonen i punkt 5.4.2.

5.3.5 Teknologisk utvikling

Teknologisk utvikling har ikke kun en sammenheng med kunnskapsheving i bransjen, men det kan også kan være en bidragsyter til reduserte merkostnader.

Prisreduksjonen teknologiutviklingen medfører på eldre og utdaterte varer, kan trolig gagne de mindre selskapene mer enn de større. Dette fordi de større selskapene vil i samhandling med leietaker ha det nyeste og beste på markedet. Derfor kan det tenkes til at mindre selskaper kan dra nytte av at dagens varer selges rimeligere i fremtiden, som vil gjøre energieffektiverende løsninger mer tilgjengelige. Likevel er det ikke gitt at ny teknologi medfører en vesentlig kostnadsbesparelse, med mindre det er innenfor EPBD og TEK. Balansen mellom kortsiktige kostnader, langsiktige gevinster og reguleringer vil være avgjørende for suksessen til disse tiltakene.

5.4 Hva er bransjens perspektiv og holdninger til EPBD?

En kan argumentere for at EPBD minimerer forbruk i tillegg å øke avkastning på investeringen. Med hensyn til dette, er det interessant å lese nyhetsartikler og lignende om den gjennomgående panikken for EPBD. På en side er det forståelig, da investeringskostnadene blir store. Likevel må oppgraderinger og optimaliseringer gjennomføres om en ikke skal rive bygget, uavhengig av EPBD-kavene. Forskjellen er de omfattende tiltakene som nå er pliktig. Imidlertid hevder European Commission (2024a) at støtteordninger vil bli innført, og EU hevder selv at de skal bidra med oppfølging og et transparent kunnskapsmiljø.

Det kan type på at hovedformålet til EPBD blir glemt, og panikken tar overhånd. Det kan virke som at tiltakene blir utført av aktører i formål om å være attraktiv i markedet. Dette er forståelig, da det er en fundamental faktor for å være levedyktig i tillegg til at det er en ringvirkning av å innføre kravene. Likevel er tiltakene innført av dypere grunner. I denne sammenheng er det dog positivt at tiltakene fører til konkurransedyktighet i markedet samtidig som en bidrar til å nå nasjonale og globale mål.

Panikken er dog forståelig. Mange eiendomsbesittere havner i posisjon hvor lange leiekontrakter risikeres å avbrytes, og en trenger ressurser, arbeidskapasitet og kapital for å oppgradere. Det er mye arbeid rundt planlegging, kontrahering og gjennomføring.

Til tross for støtteordningen, forårsaker kravene omprioriteringer. Pågående prosjekter kan deriblant bli satt på vent, som i visse tilfeller også kan sinke områdeutvikling.

EPBD vil trolig berøre de mindre eiendomsbesittere og leietakerne mest. De streber etter minstekravene, og blir nå «tvunget» til å gjøre tiltak som de større selskapene allerede utfører. Om eiendomsbesitter må si opp sin leietaker for å oppgradere til energiklasse A, kan det føre til økonomiske heftelser for begge parter.

Som gitt av European Commission (2024a) vil mindre eiendomsbesittere og dårligst presterende bygg motta støtterordninger for å gjennomføre tiltaket. Samtidig er det ikke gitt at leietaker har penger til å leie på tilsvarende sted etter oppgraderingen. European Commission (2024a) hevder i denne sammenheng å gi insentiver til leietaker for økte leiepriser. Likevel må sikringstiltakene til leietaker være solide og ha en lang nok varighet til at de har likvide midler til å leie en periode, slik at eiendomsbesitter får finansiering og forsikring av banken. Det er dog muligheter for at leietaker finner seg et annet kontor i mellomtiden, som skaper konsekvenser for eiendomsbesitter.

Kravene kan også skape konsekvenser for større aktører, om dagens energiklasse A blir til C. Selv om strengere krav medfører en positiv form for «tvang» for samfunnet, vil det likevel medføre ekstra mye arbeid om dagens energiklasse A bygg også må oppgraderes. Imidlertid anses det som ivaretatt, i henhold til European Commission (2024a) sitt førstprioriterte fokus går til bygg med dårligst energiytelse.

Sett på spissen kan EPBD føre til en motsatt effekt i markedet, om større aktører kan velge å utsette oppgraderinger fordi deres bygg ikke er blant de med dårligst ytelse, mens mindre aktører er pålagt å handle. På den måten kan deres bygg få bedre energiklasse. Det er imidlertid liten grunn til å tro at dette vil bli et tilfelle, om fokuset til større aktører fortsetter å drive markedet fremover.

En mer reell konsekvens vedrørende bygg som kan få en dårligere energiklasse enn de opprinnelig har, er dårligere rentebetingelser. Dette gir dog en konsekvens til alle aktører.

5.4.1 Økt etterspørsel

Det er imidlertid sannsynlig at etterspørselen fra markedet øker omtrent samtidig, da Ask (2024) hevder at hurtigheten på renoveringer vil øke. Ved å være blant de få som kan tilby bygg som tilfredsstill EPBD når etterspørselen er høy, kan en oppnå større avkastning i henhold til DiPasquale & Wheaton (1995, kap. 1). Eiendomsbesitter kvalitetssikrer også at byggene ikke trenger en oppdatering på lang tid, og kan dermed innføre lange leiekontrakter

På en annen side er det ikke gitt at etterspørselen vil skje samtidig, med hensyn til rammeavtaler. Det vil være naturlig å tenke at ikke etterspørselen vil øke «over natten», med hensyn til at de nylige vedtatte EU-kravene så langt har vært et medieoppstyr fremfor implementering i BAE.

5.4.2 Oppgradering av eksisterende bygningsmasse

Fufa et al. (2020, s. 5) og Nitter (2020) påpeker at det kan være mer miljøvennlig å la eldre bygg stå slik de er, fremfor å oppfylle dagens krav. Derfor er aktørenes tanker om

andre tiltak som fungerer bedre på eldre bygg hvor oppgraderinger ikke egner seg, interessante.

Ved å la eldre bebyggelse stå slik de er før de må eventuelt avhendes eller oppgraderes, unngås klimagassutslipp på de indirekte sektorene. I tillegg spares kostnader som kan frigjøres til andre bærekraftstiltak. I tråd med arkitekt sin løsning, bespares strømmettet og energiutgiftene, til tross for at forbruket er det samme. I den sammenheng kan det tenkes at integrering av jordvarme krever mye arbeid. Likevel er det logisk at dette ikke krever tilsvarende arbeid og kostnader som å etterisolere gulv, fasade, tak og bytte ut vinduer. I tillegg kan en oppgradering av bygningskonvolutter være risikofyllt, og kan kreve mye etterarbeid med henhold til forflytning av nullpunktet i konstruksjonen.

I slike tilfeller er det viktig å huske på virkningsgraden av fornybar energiproduksjon i landet, hvor trolig jordvarme er mer effektivt enn solceller. Derfor kan det være aspekter ved EPBD som kan være en barriere fremfor en positiv funksjon i bygget.

En avgjørende faktor i dette tilfellet hevder Fufa et al. (2020, s. 5) er byggets stand. Om bygget har flere driftsår igjen, slik at investeringen går i null før bygget må oppgraderes eller avhendes, kan investeringen og utbyttet være lønnsomt. Om situasjonen er omvendt, kan det derimot være mer hensiktsmessig å starte oppgraderingen noen år tidligere enn planlagt.

I denne sammenheng er EU-kravene utarbeidet med formål om å redusere klimagassutslipp, noe som slike kreative løsninger er bidragsytende til. En kan argumentere for at formålene ved EPBD blir ivaretatt ved slike løsninger, selv om bygget har tilsvarende energiforbruk. Likevel er det utfordrende å nå målene med oppgradering av energiklasser i slike tilfeller.

Den smarte og helhetlige tankegangen krever derfor en dispensasjon i kravene. Det hjelper ikke med innovative løsninger, om ikke kravene blir oppfylt og eiendommens verdi og etterspørsel synker. Selv om flere bygg trolig har bedre nytte av å stå slik de er i dag, har dette en liten hensikt for eiendomsbesitter om eiendommens verdi forsvinner.

Eiendomsbesitter vil i denne sammenheng trolig legge de smarte innovative ideene på hyllen, om det ikke gir tilsvarende gevinst som oppgradering av energiklassen. Oppgraderingen i seg selv er kanskje en nytteløs og har en kortvarig effekt, og kan gå på bekostning av byggetekniske forhold. Dette fordi det ikke er noen andre alternativer, foruten å la bygget stå tomt. Med andre ord utfører en kanskje handlinger en vet ikke er bærekraftige i lengden, kun for å oppfylle dagens krav for å få leietakere. Ved å sette synspunktet på spissen, kan en si at de kommende EU-kravene kan unnlate aktører til å tenke smart med det en allerede har.

5.4.2.1 Konsekvensen av tomme lokaler

I tråd med risikoen for tomme lokaler kan utnyttede bygg føre til et høyere klimagassutslipp per kvadratmeter i landet. Dette fordi tomme bygg må til en viss grad varmes opp og vedlikeholdes, med mindre det skal avhendes.

Dette fører til et høyere utslipp per kvm areal, i tillegg til et høyt økonomisk tap. Dette kan resultere i at det under en eventuell energimangel brukes energi som kun gir et tomt bygg en nytte, derav en svært liten nytteverdi.

Bygninger bør brukes på en måte som rettferdiggjør energien og ressursene som brukes for å holde bygget i drift. Denne rettferdiggjøringen er mer forsvarlig ved å bruke energi og ressurser på brukere i bygget, fremfor i et bygg som står tomt grunnet reguleringer som tilsier at det er verdiløst grunnet en lav energiklasse. I denne sammenheng er det derfor lov å håpe at det blir en større etterspørsel etter bygg med høyere energiklasser som gjør investeringene til de mindre aktørene lønnsomme. Dette kan knyttes til fordelene med en «tvang».

5.4.3 Fremtiden

I henhold til European Commission (2024a), vil fokuset på rehabiliteringsprosjekter øke i takt med samfunnsendringer. I denne sammenheng er det interessant å trekke inn Haugen & Haugen (2024) sin påstand om at renteøkning åpner opp for investeringsmuligheter på mindre attraktive områder, også grunnet mangel på areal. En ser i flere byer og områder at det utvikles nye attraktive områder, om det ikke er tilstrekkelig med areal. Derfor er det ikke gitt at mangelen på areal gjør at andelen av rehabiliteringsprosjekter øker.

På en annen side er det ikke slik at nye utviklingsområder er i stand til å erstatte storbyer. Her er de store selskapene allerede lokalisert, og en del av et større fellesskap som både eiendomsbesitter og leietaker vil være en del av. Om eiendomsbesitter og leietaker fortsatt vil være en del av eksempelvis Oslo, er en avhengig av at byggene som står må oppgraderes. På den måten kan en si at det blir mer av rehabiliteringsprosjekter.

5.4.4 Samfunnsverdi

Å bevare eksisterende bygningsmasse gir også en merverdi for samfunnet. I Fredrikstad er FMV en del av byens historie. Maskinhallen er et industribygg som er med på å forme byens preg, og kan anses som viktig for byens identitet og historiske karakter. Det er ikke foruten grunn at bygget er regnet som et kulturminne.

En kan derfor argumentere for at bevaring av Maskinhallen kan bidra til sosial bærekraft i byen. Ved å transformere hallen til et funksjonelt bygg, hvor næring og kontor skaper flere arbeidsplasser og tilbud i byen, samt kulturscenen skaper en møteplass.

Kulturminne

I sammenheng med kulturminne, blir det trolig utfordrende å bevare Maskinhallens uttrykk. Likevel åpner European Commission (2024a) for dispensasjon. Imidlertid skal en bygge etter dagens minstekrav, og om en skal ha større leietakere bør en ha en høy energiklasse. Denne sammensetningen vil være utfordrende å kombinere, om en skal bevare det arkitektoniske uttrykket.

Eiendomsbesitter 1 bygger i dag bygg med maksimum energiklasse B. Dette vil utelukke de større aktørene 100%. Derfor kan en si at det er gunstig for eiendomsbesitter 1 å bygge energiklasse C bygg.

Likevel er ikke dette valget simpelt, da en kan tenke seg til at det før eller siden vil bli et tema om oppgradering. I tråd med dette, er det nok som Sandberg et al. (2023, s. 14) hevder, hensiktsmessig å gjøre det grundig når en først skal transformere. Likevel er en

avhengig av en leietaker som har energiklasse A på kravspesifikasjonen, eller en mindre leietaker som får støtteordninger.

Det er dog en kostbar og utfordrende prosess å få dispensasjoner. Samtidig oppfordrer ikke staten å rive. På en side er dette positivt, da minstekravene er satt av en grunn og det er miljømessig gunstig å bevare eksisterende bygg. På en annen side er det utfordrende å oppgradere eksisterende bygningsmasse til dagens minstekrav med hensyn til byggetekniske forhold, som gjør at behovet for dispensasjon kan ligge til grunn på fler bygg enn kun verneverdige.

I henhold til Fufa et al. (2020) trengs et økt behov for kunnskap om kombinasjon av oppgradering og bevaring, hvor en kan argumentere for at livsløpsperspektivet er viktig. Dette fordi en kan kartlegge tiltak som kan gjøres i bygget, uten å overkjøre kulturminnet, som eksempelvis arkitektens eksempel med jordvarme.

5.4.5 TEK21

Både aktører og litteratur hevder at det er behov for strengere krav for å oppnå forbedringer og fokus innen energieffektivitet. Parallelt virker det ikke som at myndighetene har samme syn, derav med hensyn til deres forslag om TEK21. Om minstekravene ikke har en sammenheng med EU sine målsettinger, vil dette bidra til en sinke for at Norge skal oppnå kommende målsettinger og krav.

Om minstekravene ikke krever vesentlig mer enn det som er i dag, kan dette resultere i et større skille mellom de mindre og store aktørene. Resultatet av dette kan føre til at de mindre aktørene ikke får prosjekter, og om de får det, vil de ikke være like attraktive. I denne sammenheng er det viktig å legge til at dette ikke trolig er en konsekvens som skjer over natten.

5.4.6 Trenger en nytteverdi

Til tross for Waide (2006) sin eldre artikkel, nevner forfatter et interessant aspekt med at privataktører ikke får en direkte nytteverdi av å redusere klimagassutslippene. Kommuner og myndigheter kan trolig få dette, ved å oppnå målsettinger. Likevel bør det være en gevinst for å rette seg etter EU-kravene, for at aktørene skal ha en motivasjon.

Sandberg et al. (2023, s. 53) mener det bør gis økonomisk tilskudd til bygg som ligger 10-15 år foran gjeldene forskriftskrav. Sammenlignet med fordelene ved kjøp av elbiler, fikk forbrukerne blant annet gratis bompassering, gunstige parkeringspriser og momsfratak ved kjøp av ny elbil. På den måten ga dette en direkte gevinst til forbruker, og forbruker gjorde et positivt tiltak for miljøet. Om en sammenligner dette med EU-tiltakene, vil aktører trolig bli mer motivert om det er en gevinst for gjennomførelsen.

En viktig forskjell i denne sammenligningen er at innkjøp av el-bil er en valgfri avgjørelse, mens EU-kravene er pliktig. Det er ikke slik at en får en vinning av å bygge etter TEK17, da dette er en plikt på lik linje med EPBD. Likevel blir holdningene og positivismen i BAE en annen, om en vet at tiltakene gir en egen nytteverdi, og ikke bare en nasjonal og global verdi.

Imidlertid er det en egen nytteverdi ved EU-tiltakene i form av markedsføring, attraktivitet og reduserte strømkostnader. Derfor kan en tenke at en vinning vil nok være

mer aktuelt i forhold til tiltak som er valgfritt å gjennomføre. Om det ligger en gevinst til grunn for aktører som utfører tiltak som strekkes lengre enn kravene, vil nok dette være en motivasjon. Et eksempel på dette kan være å installere batteribanker for å lagre overskuddsstrøm. Gevinsten i et slikt tilfelle kan være pengestøtte eller bedre lånebetingelser.

5.4.7 Statens korte tidsfrister

Det kan argumenteres for at målsettingene fra EPBD er for ambisiøse i henhold til at prosjektene som skal gjennomføres er komplekse og tidkrevende. Det manglende kunnskapsnivået nevnt av Bloch & Svenkerud (2019, s. 21), Byggalliansen (2024) og Fufa et al. (2020, s. 66) og uforutsette hendelser vil trolig vil ha en innvirkning på forsinkelsetene.

Det er naturlig at de korte tidsfristene skaper frustrasjon og panikk i bransjen. Samtidig er det naturlig at tidsfristene er korte, da det haster å nå nasjonale og internasjonale mål. Likevel har det trolig liten innvirkning i det store bildet om målene blir nådd om to eller syv år. I tillegg mister en fort motivasjonen om målene er urealistiske, som igjen kan føre til mistillit til politikerne. Mangel på kunnskap, samt frustrasjon og tidspress kan skape en ond sirkel i henhold til gjennomføringskraft.

Tidsknipen kan også resultere i «quick fixes» som ikke er varige. Dette er ikke bærekraftig eller lønnsomt, da utskiftninger må skje hyppigere (som diskutert i punkt 5.1.2). På en annen side omhandler mange av kravene en oppgradering på det som allerede eksisterer, og ikke riving. Uansett blir leietaker berørt, noe som kan medføre oppsigelse på leiekontrakt.

Korte tidsfrister kan også føre til utskiftninger eller avhending av materiell og produkter som i prinsippet har en lengre levetid. Dette fordi bygget oppgraderes før det kanskje er behov for det. Her kan også eksempel om bilparken benyttes; det mest økonomiske, og trolig mest bærekraftige er å kjøre fossile biler til de ikke lenger er kjørbare, fremfor å havarere alle fossile biler, og bytte de ut med nye el-biler. Dette fordi det blir et enormt produksjonsnivå, som krever mengder med materiell og ressurser.

En balanse mellom ambisjon og realisme er i denne sammenheng veiende. Dette fordi det er viktig å sette høye mål, så en har noe å strebe etter og for å drive frem nødvendige endringer. Samtidig må målene være oppnåelige og økonomisk gjennomførbare.

5.4.8 Kunnskapsmangel

Kunnskapsmangelen i BAE utgjør en manglende fundamental bunnlinje en kan støtte seg på. Dette bunner trolig i at fokusområdet rundt transformasjonsprosjekter og energiklasser er relativt nytt, og gjennomføringsmåten er ukjent. I tillegg kan det være mangel på kontinuerlig opplæring, samt at bransjen er kompleks og fragmentert. Det er mange små aktører som gjør det utfordrende å spre kunnskap effektivt. Det gjør det trolig ikke enklere at det ikke er faste estimater på kostnader, bygningselementer, eller data på beste-praksis prosjekter.

Kunnskapsmangel kan være en av grunnen til at bransjen er en stor «syndebukk» for utslipp og forbruk. Det er utfordrende å vite konsekvensene før de er gjennomført, når

kunnskapen ikke ligger til grunn. Det er også vanskelig å forutse hendelser på forhånd, som kan skape store utslipp og kostnader.

Spørsmål i denne sammenheng er hvordan bransjen kan tilegne seg kunnskap på alle plan for å få krav og målsettinger gjennomført. Dette vil ifølge Dokka et al. (2009, s. 16) krever enormt med både ressurser og tid. En utfordring kan også være hvem som har kunnskap til å videreføre kompetanse til bransjen, når det er en gjennomgående mangel på dette.

Det hjelper svært lite å innføre krav, om kompetansen for å innrette seg kravene ikke ligger til grunn. Om det er en uklar forståelse av kravene, vil det skapes en usikkerhet, som kan føre til desto større forsinkelser, økonomisk ineffektivitet og en risiko for regelbrudd, grunnet misforståelser og uvitenhet.

Om det ikke ligger kunnskap til grunn, skaper dette også forsinkelser innen innovasjon og teknologi, som igjen kan føre til at udaterte gjennomførelsesmetoder. Som belyst er teknologi viktig for å oppnå kravene i EPBD, men manglende kunnskap kan være hemmende for å implementere teknologi. Med hensyn til den fragmenterte tilnærmingen bransjen har, er det ikke gitt at mindre selskaper har kapital og interesse til å investere i de nye løsningene. Slike problemstillinger kan utgjøre at prosesser på «den gamle måten» fortsatt gjennomføres, som trolig ikke bevarer miljøet og lønnsomheten på samme måte som de nye prosessene.

Til tross for bransjens teknologiske fremskritt, henger ofte det juridiske rammeverket etter når det gjelder å tilpasse seg de nyeste innovasjonene. Dette kan resultere i at nye teknologiske løsninger ikke tas i bruk i stor skala av de mindre aktørene.

Sandberg et al. (2023, s. 52) hevder at krav bør innskjerpes hvert femte år. Dette kan også være en bidragsyter til kunnskapsinnhenting, da bransjen blir avhengig av et kontinuerlig fokus på lovverket. Når krav innskjerpes, kan det oppstå behov for å utvikle teknologier og metoder for å oppfylle kravene, igjennom eksempelvis forskning og utvikling. Igjennom slike tiltak, kan det utvikles løsninger som øker kunnskap og lønnsomheten av å investere i energieffektive løsninger.

Teknologisk utvikling er viktig for å innføre strengere forskrifter uten stor motstand, samt rehabiliteringsprosjekter, hevder også Sandberg et al. (2023, s. 53). I henhold til dette kan teknologi anses som hensiktsmessig for å få hjelpemidler på veien, og som kan løse uforutsette hendelser i transformasjons- og rehabiliteringsprosjekter. Ved å ha teknologiske hjelpemidler som bidrar til å ivareta strengere forskrifter, samt oppgradering av eksisterende bygningsmasse, kan en tenke seg til at det blir mindre motstand og skepsis rundt dette.

5.4.9 Markedets fremgang

Et interessant paradoks, er at BAE på en side ligger lenger foran enn forskrifter og krav, men er ansvarlig for betydelige klimagassutslipp og har flere momenter med kunnskapsmangel. Drivkreftene bak dette er komplekst, men det er likevel grunn til å tro at markedet har en fundamental påvirkning til både bransjens fremgang og utslipp.

BAE har vist en evne til å innovere når det gjelder energieffektive byggemetoder, både med passivhus, nullutslippsbygg og ulike sertifiseringer. Om ikke bransjen selv hadde

tatt initiativ til innoveringen og videreutviklingen, hadde det trolig vært en mindre utvikling, med hensyn til dagens minstekrav. Det er også observert i studien at bransjen har en påvirkningskraft når det gjelder innføringer, når en ser på samarbeidet Sintef og Norconsult har med offentlige instanser, som for eksempel NVE. Med dette bevises det at bransjen har et potensiale til å sette standarder for bærekraft og energieffektivitet.

På en annen side, er det også frustrasjoner til kommunens pushende kraft, som gjenspeiler maktfordelingen mellom bransjen og myndighetene. Det kan argumenteres for at det er skille mellom bransjen og myndighetene, da bransjen ikke alltid ser kommunens «pushing» som fornuftig, og at de ikke fremstår som gode forbilder, til tross for at kommunen skal være en av leietakerne i energiklasse A.

Bransjens fremtredende kraft kan komme av markedet i form av etterspørsel etter bærekraftige bygg. Dette fordi et økende bærekraftsfokus er en faktor i de fleste bransjer og sektorer, og disse bransjene og sektorene trenger arealer å oppholde seg i. Leietaker driver derfor bransjen fremover i etterspørsel etter «grønne bygg» for å selv kunne profilere seg i en positiv retning. I tillegg har strømprisen de siste årene vært varierende, som er avgjørende faktorer for energioptimalisering og betalingsvillighet. Med hensyn til dette kan en argumentere for at markedet driver utviklingen mer avansert og miljøvennlig.

I tillegg er BAE konkurransedrivende. Innovasjon og fremgang kan derfor anses som konkurransefordeler, med hensyn til at aktører som tilbyr de mest bærekraftige og smarte løsningene ofte trekker til seg oppmerksomhet, leietakere og investeringer. En streber derfor etter å være ledende.

På en annen side står BAE for høye klimagassutslipp. Dette kan virke noe motsigende i forhold til at bransjen ligger lengre fremme enn forskriftene. Likevel kan det antas at det er få store aktører som driver bransjen fremover. Med tanke på den fragmenterte strukturen er det imidlertid mange aktører som mangler kunnskap og teknologi, og dermed kan bidra til utslippene. I tillegg har de store aktørene ofte store prosjekter, som krever mye ressurser.

Med hensyn til BAE sin paradoks tilnærming, kan en argumentere for at markedet har en dobbel rolle. På en side driver markedet frem innovasjon og en utvikling i bransjen. På den andre siden har markedet krav som bidrar til klimagassutslipp. På lik linje som bransjen trenger en gevinst for å gjennomføre grønne prosjekter, trenger også markedet gevinster for å ta valg om hvilke bygg de vil være i. Det er i denne sammenheng naturlig å tenke at leietaker ikke har et stort fokus på byggets livssyklus, men heller deres strømregning og fasiliteter. De vektlegger trolig kortsiktige gevinster fremfor langsiktige miljøpåvirkninger utenfor deres kontroll. Dette kan påvirke eiendomsbesittere til å gjennomføre valg og tiltak som gir leietaker en gevinst fremfor miljøet.

6 Konklusjon

Det korte svaret på problemstillingen «er det økonomisk gunstig å oppgradere energieffektiviteten i eksisterende bygningsmasse?» er ja. Imidlertid er det ikke et enkelt svar på dette på grunn av byggeprosjekters unike tilnærminger, forskningens avgrensninger og bransjens kunnskapsmangel.

I henhold til litteraturen og funnene fra forskningen kan en argumentere for lønnsomheten av å oppgradere til energiklasse A grunnet betalingsvilligheten, økte leieinntekter og reduserte energikostnader. I tillegg gir et energioptimalisert bygg en merverdi i form av miljøprofilering og attraktivitet for leietaker.

En kan derfor konkludere med at energikostnadene i dag er et viktig moment og som en vesentlig påvirkningsfaktor innen kost-nytte-analysen. I fremtiden vil det imidlertid bli interessant å se hvordan strømprisene endrer seg i takt med økende energibehov, samt hvordan dette vil påvirke eiendomsbesitteres investeringer og leietakeres betalingsvillighet.

Imidlertid er det viktig å bemerke at forskningen kun omhandler oppgradering av vinduer og isolasjon. Dette er gjort for å avgrense oppgaven, men det betyr også at betydelige elementer og påvirkningsfaktorer som kan påvirke lønnsomheten ikke er inkludert. Disse utelatte faktorene kan resultere i at oppgraderingene ikke er lønnsomme, noe som reflekteres i informantenes mening om at transformasjons- og rehabiliteringsprosjekter i dag ofte ikke er lønnsomme. Det er derfor en helhetlig usikkerhet knyttet til konklusjonen om hvorvidt det er lønnsomt å oppgradere til energiklasse A fremfor C.

Som en del av EPBD, vil likevel rehabiliteringsprosjekter skje i økende grad, og deres støtteordninger er derfor fundamentale for å gjøre det økonomisk gunstig å oppgradere eksisterende bygningsmasse. Å investere i elementer som gir energiklasse A fremfor C, resulterer i 18% merkostnad i gitt case-studie. I tillegg fører rehabilitering- og transformasjonsprosjekter med seg en usikkerhet og risiko vedrørende byggeprosess og finansiering, i tillegg til at EU-kravene i dag er preget av vage rammer. Dette medfører derfor et behov for støtteordninger og kunnskapsdeling for å skape en motivasjon, samt en mindre risikofylt gjennomføring ved rehabiliteringsprosjekter.

Ved å gjennomføre tiltak for å rette opp i kunnskapsmangelen, samt legge til rette for en smidig overgang til EPBD, forbedrer ikke Norge kun byggekvaliteten, men landet styrker også sin posisjon innen bærekraftig bygging. Dette burde være oppnåelig, i henhold til de lave utslippene innen energiforbruk i drift av bygg i landet.

6.1 Egne refleksjoner

Forskningen har vært svært interessant med hensyn til det bærende engasjementet i bransjen. Omtrent alle som var involvert, bemerket deres nysgjerrighet vedrørende problemstillingen, og ytret et ønske om å få tilsendt rapporten. Dette har gjort forskningen motiverende og givende.

Samtidig har det vært vanskelig å avgrense forskningen, med hensyn til nye perspektiver og innsyn som ble lagt til grunn. Fagområdet er komplekst, som har skapt et behov for å gå i dybden i ethvert element for å få forståelse på dets innvirkning. Dette er en av

grunnene til at rapporten er omfattende, da bitene i det enorme puslespillet i stor grad henger sammen.

Det trekkes refleksjoner i henhold til manglende byggetekniske forkunnskaper som var nødvendig for forskningen. På lik linje som bransjens manglende kunnskap til EPBD, var det nødvendig med god innføring i fagfeltet før selve forskningen kunne starte.

Likevel skapte det ukjente forskningsfeltet et betydelig læringsutbytte, og en givende gjennomføringsprosess. Å skrive om en kommende situasjon som er «panikkfylt» i bransjen gir en følelse av å gjøre noe verdifullt for mer enn masteravhandlingen. I tillegg kunne en relatere seg i høy grad til elementet ved manglende kunnskap.

Samtidig resulterte de manglende forkunnskapene i en ekstra innsats for å bygge opp nødvendig kompetanse. Det krevde derfor ekstra tids-og ressursbruk, hvor en var i en situasjon en gjerne ville starte forskningen, men virket motløs grunnet mangel på kunnskap om fremgangsmåte. Dette ga ringvirkninger som usikkerhet og tvil, derav innen beslutningstaking og metodevalg. Likevel lå det en egeninteresse og nysgjerrighet til grunn, som drev forskningen fremover.

Å overvinne hindringene som har oppstått underveis, har ikke bare gitt resultater i forskningen, men også styrket min evne til å håndtere problemstillinger i fremtidig arbeidsliv.

6.1.1 Avsluttende refleksjon metode

Som en avsluttende refleksjon vil egne erfaringer vedrørende metodikken legges kort til grunn.

Det kan konstateres at forskningen har fulgt planen, til tross for noen avvik og forsinkelser. Problemstillingens fagområder har vært konsistente gjennom hele prosessen, og arbeidet med resultatene har vært i tråd med planen.

For å sikre analysens kvalitet var det avgjørende å være systematisk og organisert. Det ble implementert kontinuerlig kvalitetssikringer som inkluderte utarbeidelse av fremdriftsplaner, opprettelse av huskelister og regelmessige samtaler med veileder og informanter. Dette sikret kontinuerlig fokus på muligheter for forbedring og alternative tilnærminger. Diskusjonene om slike alternativer ble grundig vurdert og ansås som svært viktig for å utvikle en robust tilnærming.

Casestudie

En utfordring i casestudien var avgrensning av studien. Dette hadde sitt opphav i innspill og kunnskap som gjorde at mer interessante retninger ble til underveis. I tillegg utgjorde kunnskapsmangelen at en var avhengig av å gå i en annen retning enn opprinnelig tenkt. Et eksempel var opprinnelig plan med å kjøre en komparativ casestudie med ved energioptimalisering av nybygg med Maskinhallen, noe som ble for omfattende. Likevel var case-studien svært nyttig for å ha noe håndfast og reelt å arbeide med.

6.1.1.1 *Blandede metoder*

En utfordring med kombinasjonen av blandede metoder og case-studie, var litteraturfunnenes begrensede nytte. Dette fordi de fleste prosjektene hadde blitt gjennomført i andre land og verdensdeler, eller var eldre. Derfor ble det benyttet flest norske forskningsstudier, for å knytte en relevans til case-studiet og problemstillingen.

Innenfor kvalitativ analyse trekkes det lærdom ut av både fysiske og digitale intervjuer. I fysiske intervjuer var det fordeler vedrørende kroppsspråk og tilstedeværelse. Ved digitale møter, kunne motparten få varslinger, distraheringer og lignende en ikke fikk med seg. Samtidig var det fordeler ved digitale møter i forhold til fleksibilitet. Aktørene var ofte presset på tid, og det var mer «lavterskel» å møtes igjennom Teams. Det var også fleksibelt og bærekraftig i forhold til at en kunne snakke med fagpersoner lokalisert ulike steder.

Erfaringen tilgjort av å arbeide med kvantitativ studie er at det er målbart og spesifikt. Dette gir også oppgaven et mer presist preg, da leseren får indikasjoner og svar. En ulempe er likevel at tallene er spesifikke for et bestemt område og kontekst. Dette reflekterer imidlertid case-studiens egenskaper og bransjens unike kompleksitet, hvor den kvalitative analysen bidro til å skape en bedre forståelse.

Eksplorativ undersøkelse og snøballmetoden

Begge tilnærmingene gjorde forskningen uforutsigbar og spennende ved å starte fra ett punkt og ende opp et annet. Dette kan avlede forskningen, og det krevde jevnlig påminnelser om problemstillingen.

På den positive siden følte det ut som metodene genererte til mer verdifulle resultater, da funnene er av relevans for bransjen. Metoden ga uforutsett kunnskap, som ble oppdaget gjennom dialog med aktører og funn i litteratur. Tilnærmingen førte dog til en avhengighet til ulike personer for å motta avgjørende svar på forskningen. Dette krevde nøye koordinering og en strukturert tilnærming for å innhente og bearbeide informasjonen.

Mangelen på en fasit var en forutsett utfordring, men likevel var dette et aspekt som preget forskningen i stor grad med forsinkelser. Flere informanter var også preget av en usikkerhet, grunnet kravene fra EU er helt nye, som resulterte i en stor andel diffuse svar.

En annen utfordring og begrensning med tilnærmingene var det interne blikket det kan forårsake. Informantene hadde som regel kjennskap til hverandre og opererte ofte innenfor samme miljø. I den sammenheng er det viktig å legge til grunn at forskningen gir indikasjoner og resultater basert på den spesifikke casen. Med hensyn til overnevnte utfordring var det et bærende fokus på å oppnå ulike perspektiver vedrørende problemstillingen.

Underveis i forskningen var det viktig å følge med i nyhetsbildet. Dette fordi det ble revideringer på lovverk, samt at EU-kravene ble vedtatt i løpet av forskningsprosessen. I oppstarten av forskningen var det deriblant ikke oppdatert lovverk om energimerkingen, og EU-kravene var sendt til høring, men ikke innfridd.

6.1.2 Videre forskning

Det vil i videre forskning være interessant å få en indikasjon på hvordan flere elementer påvirker lønnsomheten av å oppgradere eksisterende bygningsmasse. Ventilasjon er et omtalt element i rapporten, som ikke er medregnet i den kvantitative analysen. Likevel har dette en innvirkning på energiforbruk, også med hensyn til kjølebehovet i nybygg.

Det ville også vært interessant å se på reell energibruk i bygg. I denne forskningen er analysen kun basert på statistiske estimater. Om en hadde utført målinger i et reelt bygg, og sett på differansen mellom beregnet energi med faktisk energibruk, kunne en eksempelvis kartlagt faktisk lønnsomhet vedrørende energibruk i energiklasse A og C bygg, eller oppgradering av vindu fremfor gulv.

Med hensyn til energiklasse A sitt høyere materialforbruk, ville det vært interessant til videre forskning å se på hva klimagassutslippene ved materialbruk utgjør i energiklasse A i forhold til energiklasse C. Slik kunne en fått indikasjon på om lavere klimagassutslippene i bruksfasen i energiklasse A bygg, kompenserer for dets høyere materialbruk.

Som belyst gjennomgående i rapporten, er det ikke gitt at energiforbruket til energiklasse A bygg er like optimalt som en tror, grunnet nedkjølingsbehovet. Til videre forskning ville det vært interessant å medregne alle månedene i året for å inkludere kjølebehov, og ikke kun varmetap. Slik kunne en gjort estimater og besparelser på netto energibehov, levert energi, samt lønnsomhet.

Til slutt, ville det vært interessant å utføre flere scenarier i forhold til produkttyper innenfor energiklasse A og C. Eksempler kan være hvordan kostnadene i gulvet endres om en hadde valgt en billigere isolasjonstype enn XPS. Ved å prøve ut flere scenarier, kan en ha et større fundament for å vurdere lønnsomheten av ulike løsninger.

7 Referanser

- Aaløkken, G. B. (u.å.). *Taksonomi*. Entro. Hentet 8. mai 2024, fra <https://www.entro.no/tjenester/taksonomi>
- Aasland, T. (2024, januar 26). *Skriflig spørsmål fra Terje Halleland (FrP) til energiministeren* [DOK15]. Stortinget; Stortinget. <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Sporsmal/Skriftlige-sporsmal-og-svar/Skriftlig-sporsmal/?qid=97229>
- Andersen, S. S. (2013). *Casestudier* (2. utg.). Fagbokforlaget.
- Andresen, I., Dokka, T. H., Lassen, N., Selvig, E., Stoknes, S., & Hay, N. H. (2024). *FutureBuilt nZEB - kriterier for nær-nullenergibygg*. FutureBuilt. <https://www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier>
- Andresen, I., Dokka, T. H., & Petersen, A. J. (2021, oktober 7). *TEK21 er en klimasinke*. Erichsen Horgen. <https://www.erichsen-horgen.no/artikler/aktuelt/tek21-er-en-klimasinke/>
- Arbeidstilsynet. (2020, september 11). § 4. *Definisjoner*. Arbeidstilsynet. <https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/byggherreforskriften/1/4/>
- Ask, A. O. (2024, april 14). *Nye regler for energisparing i bygg endelig vedtatt i EU – Energi og Klima*. Energi og klima. <https://energiogklima.no/nyhet/brussel/nye-regler-for-energisparing-i-bygg-endelig-vedtatt-i-eu>
- Benjaminsen, C. (2021, oktober 25). *Jordvarme kan forsyne hele verden med energi*. <https://www.forskning.no/alternativ-energi-energi-fossiler/jordvarme-kan-forsyne-hele-verden-med-energi/1924850>
- Bjørnberg, S. (2009). *Energieffektiv, miljøvennlig og robust oppgradering av bygninger*. Sintef, Multiconsult og NTNU. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/<https://www.sintef.no/globalassets/upload/veileder-emrobbyggemilj-28-mai-20091.pdf>
- Bloch, V. V. H., & Svenkerud, S. (2019). *Registerbasert byggstatistikk*. Statistisk sentralbyrå. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/_attachment/393182?_ts=16c3c8b39c8
- Boharfa, J.-A. (2017). *Verdens nordligste plussus i massivtre*. UiT. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/<https://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/Komp/Verdens%20nordligste%20plussus%20i%20masivtre1.pdf>
- Bowen, G. A. (2009). *Document Analysis as a Qualitative Research Method*. WESTERN CAROLINA UNIVERSITY. https://bibsyst-almprimo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/openurl?url_ver=Z39.88-2004&url_ctx_fmt=info:ofi%2Ffmt:kev:mtx:ctx&url_ctx_fmt=info:ofi%2Ffmt:kev:mtx:ctx&url_tim=2024-05-11T12:13:09Z&rft.genre=article&rft_id=info:ofi%2Fnam:urn:ISSN:1443-9883&rft_id=info:doi%2F10.3316%2FQRJ0902027&rft.issn=1443-9883&rft.atitle=Document%20Analysis%20as%20a%20Qualitative%20Research%20Method&rft.volume=9&rft.t.issue=2&rft.date=2009-08-03&date=2009-08-03&vid=NTNU_UB&institution=NTNU_UB&url_ctx_val=&isServicesPage=true
- Brent, R. J. (2006). *Applied Cost-benefit Analysis, Second Edition*. Edward Elgar Publishing.
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4. utg.). Oxford.

- Byggalliansen. (u.å.). *Klimakur for bygg og eiendom*. Grønn byggallianse. Hentet 25. april 2024, fra <https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/publikasjoner/infopakkeklimakjempen/>
- Byggeordboka. (2017, mai 8). *Byggordboka—Tiltak i eksisterende bygninger—Begreper*. <https://www.byggordboka.no/artikkel/printable/tiltak-i-eksisterende-bygninger-begreper>
- Byggforskserien. (2016). *473.102 Energikrav til bygninger. Energirammer*. https://www.byggforsk.no/dokument/5164/energikrav_til_bygninger_energirammer
- Byggforskserien. (2020). *573.344 Varmeisolasjonsmaterialer. Typer og egenskaper*. https://www.byggforsk.no/dokument/604/varmeisolasjonsmaterialer_typer_og_egenskaper#i11
- Byggforskserien. (2023). *723.511 Etterisolering av yttervegger av tre*. https://www.byggforsk.no/dokument/679/etterisolering_av_yttervegger_av_tre?pk_campaign=DSA&pk_kwd=&pk_source=google&pk_medium=cpc&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw7-SvBhB6EiwAwYdCAQZ9qzflQRyKS8onJiM09YMOgxRxNOK34sq_IXED9J9OO-M6dzWqRoCvnoQAvD_BwE#i21
- Bærug, S. (2017). *Verdsetting av fast eiendom*. Universitetsforlaget.
- Bøhn, T. I. (2021). *Kostnader for energieffektivisering i bygg*. NVE. <https://asp.bibliotekservice.no/nve/title.aspx?tkey=24922>
- CBRE. (2024, mars). *Nordic Investor Intentions Survey 2024*. <https://www.cbre.no/insights/figures/nordic-investor-intentions-survey-2024>
- Creswell, J. W. (2015). *A Concise Introduction to Mixed Methods Research*. SAGE Publications.
- Danbolt, I. L. (2024, januar 17). *Klimaendringer*. FN. <https://fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>
- Dibk. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Direktoratet for byggkvalitet. <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>
- Dibk. (2018). *Dette er energikravene i byggteknisk forskrift*. Direktoratet for byggkvalitet. <https://www.dibk.no/verktoy-og-veivisere/energi/dette-er-energikravene-i-byggteknisk-forskrift>
- Dibk. (2020, oktober 1). *§ 14-2. Krav til energieffektivitet*. Direktoratet for byggkvalitet. <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-2>
- Dibk. (2022). *§ 14-3. Minimumsnivå for energieffektivitet*. Direktoratet for byggkvalitet. <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-3>
- Dibk. (2023, juli 1). *§ 12-7. Krav til utforming av rom og annet oppholdsareal*. Direktoratet for byggkvalitet. <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/12/ii/12-7>
- DiPasquale, D., & Wheaton, W. C. (1995). *Urban Economics and Real Estate Markets* (1. utg.). Pearson.
- Directorate-General for Energy. (2019). *Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU: Final report* (European Commission). Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/14675>
- Distriktsdepartementet, K. (2023, januar 31). *Veiledning om beregning av primærenergibehov i bygninger og energirammer for nesten nullenergibygninger* [Pressemelding]. Regjeringa.no; regjeringen.no.

<https://www.regjeringen.no/nno/aktuelt/rettledning-om-utrekning-av-primarenergibehov-i-bygninger-og-energirammer-for-nesten-nullenergibygninger/id2961158/>

Dokka, T. H., Hauge, G., Thyholt, M., Klinski, M., & Kirkhus, A. (2009). *Energieffektivisering i bygninger – mye miljø for pengene!* Sintef Byggforsk. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.sintef.no/globalassets/upload/sb-prrapp-40.pdf

Eisenhardt, K. M. (1989). *Building Theories from Case Study Research*. The Academy of Management Review.

Elnan, H., Meland, Ø., & Robertsen, K. (2007). *Eiendomsøkonomi: Prinsipper og modeller*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://uia.brage.unit.no/uia-xmlui/bitstream/handle/11250/134987/137e.pdf

Energidepartementet, & Klima- og miljødepartementet. (2023, oktober 5). *Regjeringen styrker arbeidet med energieffektivisering* [Pressemelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringen-styrker-arbeidet-med-energieffektivisering2/id2998063/>

Enova. (u.å.-a). *Bytt til lavenergivinduer og reduser energiutgiftene*. Enova. Hentet 16. april 2024, fra <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/oppgradere-huset/lavenergivindu/>

Enova. (u.å.-b). *Energimerking*. Enova. Hentet 8. mai 2024, fra <https://www.enova.no/energimerking/>

Enova. (u.å.-c). *Karakterskalaen*. Hentet 16. februar 2024, fra <https://www.enova.no/energimerking/om-energimerkeordningen/om-energiattesten/karakterskalaen/>

Enova. (2012). *Hjelp til deg som skal kjøpe energieffektive vinduer*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.enova.no/upload_images/CB2B889C445B43E8A55E2E7C9C653518.pdf

Enova. (2016). *Oppgradering av bygningskroppen – Oppgradere huset*. Enova. <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/oppgradere-huset/oppgradering-av-bygningskroppen/>

Enova. (2018). *Hva sier energimerket om boligen din?* Direktoratet for byggkvalitet. <https://www.dibk.no/bygge-eller-endre/puss-opp-energismart/hva-sier-energimerket-om-boligen-din>

Enova. (2024a). *Endringer i energimerkeforskriften 1. Mars 2024*. Enova. <https://www.enova.no/energimerking/nyheter/1/enderinger-i-energimerkeforskriften-1-mars-2024/>

Enova. (2024b). *Støtte til forbedring av energitilstand i yrkesbygg*. Enova. <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/stotte-til-forbedring-av-energitilstand-i-yrkesbygg/>

Enova energimerke. (2024). *Attester etter bygningstype*. <https://portal.ems.enova.no/statistikk/byggtype>

European Commission. (2019, oktober 4). *Energy Efficiency in Historic Buildings: A State of the Art*. <https://build-up.ec.europa.eu/en/resources-and-tools/articles/overview-energy-efficiency-historic-buildings-state-art>

European Commission. (2020). *Renovation Wave for Europe—Greening our buildings, creating jobs, improving lives*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1603122220757&uri=CELEX:52020DC0662>

European Commission. (2023, desember 7). *New rules to boost energy performance of buildings* [Text]. European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_6423

European Commission. (2024a). *Energy Performance of Buildings Directive*. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

European Commission. (2024b). *Nearly zero-energy buildings*. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/nearly-zero-energy-buildings_en#documents

Fiken. (u.å.). *Hva er EUs taksonomi*. Hentet 25. april 2024, fra https://fiken.no/forklarer/eus-taksonomi?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw26KxBhBDEiwAu6KXt8EZp_dkgtYvmobW6HmCwLg0XYQH-p1fxEaS8pQT41GF6ShxzVFDcRoChpQQA_VD_BwE

Finansdepartementet. (2024, januar 15). *Taksonomien for bærekraftig økonomisk aktivitet* [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/finansmarkedene/taksonomien-for-barekraftig-okonomisk-aktivitet/id2924859/>

Fufa, S. M., Flyen, C., & Venås, C. (2020). *Grønt er ikke bare en farge: Bærekraftige bygninger eksisterer allerede*. https://www.sintefbok.no/book/index/1268/groent_er_ikke_bare_en_farge_baerekraftige_bygninger_eksisterer_allerede

Giama, E., Antoniadou, P., Kyriaki, E., Symeonidou, M., & Papadopoulos, A. (2021). *Construction typologies for energy upgrade in terms of thermophysical analysis and operational measurements in non residential buildings*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/357034994_Construction_typologies_for_energy_upgrade_in_terms_of_thermophysical_analysis_and_operational_measurements_in_non_residential_buildings

Giske, M. E. (2022). *DNB er i dag Europas tiende største bank*. DNB Nyheter. <https://www.dnb.no/dnbnyheter/no/samfunn/dnb-til-nytte-i-200-ar>

Glava. (u.å.-a). *Betongdekke med kombiløsning*. Glava. Hentet 16. april 2024, fra <https://www.glava.no/konstruksjoner/betongdekke-med-kombilosning>

Glava. (u.å.-b). *Energieffektivisering av bygg*. Glava - forside. Hentet 15. mars 2024, fra <https://www.glava.no/tema/energieffektivisering-av-bygg>

Glava. (u.å.-c). *Glava Driv Isolasjonsplate*. Glava. Hentet 8. mai 2024, fra <https://www.glava.no/produkter/glava-driv-isolasjonsplate>

Glava. (u.å.-d). *Glava Driv—Effektiv isolering*. Glava. Hentet 8. mai 2024, fra <https://www.glava.no/tema/glava-driv-fasadesystem>

Glava. (u.å.-e). *Overgulv direkte på polystyren*. Glava. Hentet 16. april 2024, fra <https://www.glava.no/konstruksjoner/overgulv-direkte-pa-polystyren>

Glava. (2021). *Lønnsomme tiltak for energisparing i næringsbygg*. Glava - forside. <https://www.glava.no/aktuelt/lonnsomme-tiltak-for-energisparing-i-naeringsbygg>

Grimsby, G., Gulbrandsen, M. U., Seeberg, Aase Rangnes, Jenssen, T. B., Grünfeld, L., & Ulstein, H. (2016). *Finansmarkedspolitik—Rammeverk for samfunnsøkonomiske analyser*. Menon. chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcgclefindmkaj/https://www.finansforbundet.no/content/uploads/2020/10/Finansmarkedspolitik-Rammeverk-for-samfunns%C3%B8konomiske-analyser.pdf

Grønn Byggallianse. (2011). *Fra A til C*. <https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/publikasjoner/veileder-fra-c-til-a/>

- Holmefjord, V. (2019, mars 22). *Slik kan Norge bli et elektrisk samfunn*. Statnett. <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemedlinger/nyhetsarkiv-2019/slik-kan-norge-bli-et-elektrisk-samfunn/>
- Holmefjord, V., & Kringstad, A. (2019). *Et elektrisk Norge—Fra fossilt til strøm*. Statnett. <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemedlinger/nyhetsarkiv-2019/slik-kan-norge-bli-et-elektrisk-samfunn/>
- Holst, I. (2024, januar 28). *Nytt EU-direktiv: – Dette kommer til å smelle!* <https://www.nettavisen.no/okonomi/nytt-eu-direktiv-dette-kommer-til-a-smelle/s/5-95-1599283>
- IEA. (2021, mai 18). *Net Zero by 2050 – Analysis*. IEA. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- Industriskolen. (2018). *Overflatebehandling og korrosjon—Produksjon og tjenester (TP-TIP vg1)—NDLA*. ndla.no. <https://ndla.no/nb/subject:1:84d4651b-fc52-4876-a066-f8567ecf79a6/topic:7805f91e-0401-44c5-ab12-6eece5d0288/topic:310ff165-f2e4-4f1a-82f4-06544ec561f9/resource:1:58318>
- IPCC. (2022, april 4). *IPCC PRESS RELEASE*. <https://www.ipcc.ch/2022/04/04/ipcc-ar6-wgiii-pressrelease/>
- Isotech. (2022, mai 5). *Lambda-verdi vs U-verdi*. *Isotech Isolasjoner AS*. <https://isotech.no/lambda-verdi-vs-u-verdi/>
- Johannessen, A., Tuft, P. A., & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4. utg.). Abstrakt forlag.
- Johansen, V. (2007). *Det lille kvantitative metodeheftet*. Østlandsforskning. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/<https://www.ostforsk.no/wp-content/uploads/2014/02/172007.pdf>
- Karppinen, K., & Moe, H. (2012). *What We Talk about When We Talk about Document Analysis*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Kari_Karppinen/publication/299366807_What_We_Talk_about_When_We_Talk_about_Document_Analysis/links/5719cca808aed43f63235a46/What-We-Talk-about-When-We-Talk-about-Document-Analysis.pdf
- Kesicki, F., & Ekins, P. (2012). *Marginal Abatement Cost Curves: A Call for Caution*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/233042964_Marginal_Abatment_Cost_Curves_A_Call_for_Caution
- Kommunal-og distriktsdepartementet. (2024, februar 16). *Fortetting, transformasjon og knutepunktutvikling* [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no. https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/plan_bygningsloven/planlegging/fagtema/fortetting_transformasjon_knutepunktutvikling/id2898349/
- Kommunekart. (2024). *Fredrikstad sentrum* [Kart]. <https://www.kommunekart.com/>
- Konstantinou, T., & Knaack, U. (2011). *Refurbishment of residential buildings: A design approach to energy-efficiency upgrades*. Scopus. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811048971>
- Larsen, H. N., Steen-Olsen, K., Baltruszewicz, M., Larsen, M. K., Skaar, C., & Solli, C. (2023). *Klimafotavtrykk bygg og anlegg*. Asplanviak. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/https://www.dibk.no/verktoy-og-veivisere/rapporter-og-publikasjoner/klimafotavtrykk-bygg-og-anlegg/AsplanViak_Klimafotavtrykk%20bygg%20og%20anlegg_v4.1.pdf
- Lavenergiprogrammet. (2020, desember 12). *Hva er en kuldebro?* Tekna. <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/hva-er-en-kuldebro/>

- Lisø, K. R., & Stenstad, V. (2000). *Fuktsikre isolerte skrå tretak (FIST) – Forstudie*. Byggforsk. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmllui/bitstream/handle/11250/2417082/Prosjektrapport266.pdf?sequence=1
- Loan Market Association, APLMA, & LSTA. (2018). *Green Loan Principles—Supporting environmentally sustainable economic activity*. <https://www.lsta.org/content/green-loan-principles/>
- Lovdata. (2024, mars 1). *Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av varme- og klimaanlegg (energimerkeforskriften for bygninger)*. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-12-18-1665>
- Løvlund, A. (u.å.). *Driftsoptimalisering*. Entro. Hentet 7. mai 2024, fra <https://www.entro.no/tjenester/driftsoptimalisering>
- McKim, C. A. (2017). *The Value of Mixed Methods Research*. <https://doi.org/10.1177/1558689815607096>
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation*. John Wiley & Sons.
- Metra næringsmegling. (2023). *Metrarapporten—Markedsanalyse av næringseiendom i Follo og Østfold*.
- Morgan, H. (2022). *Conducting a Qualitative Document Analysis*. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2022.5044>
- Muhammad, A. B. (2017). *Efficiency of Boolean Search strings for Information Retrieval*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Aliyu-Muhammad-4/publication/321314341_Efficiency_of_Boolean_Search_strings_for_Information_Retrieval/links/5a1c05eba6fdcc50adecbd58/Efficiency-of-Boolean-Search-strings-for-Information-Retrieval.pdf
- NEF. (2018, juli 18). *Krav om energiattest for boliger og yrkesbygg*. NEF.no. <https://nef.no/fagstoff/krav-energiattest-boliger-yrkesbygg/>
- Nemry, F., Uihlein, A., Colodel, C. M., Wetzel, C., Braune, A., Wittstock, B., Hasan, I., Kreißig, J., Gallon, N., Niemeier, S., & Frech, Y. (2010). Options to reduce the environmental impacts of residential buildings in the European Union—Potential and costs. *Energy and Buildings*, 7, 976–984. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.01.009>
- Nilsen, T. T. (2024, april 19). *EU-direktiv for energisparing vedtatt*. Arkitektur. <https://www.arkitektur.no/aktuelt/politikk/eu-direktiv-for-energisparing-vedtatt/>
- Nitter, K. (2020). *De mest bærekraftige byggene finnes allerede*. Sintef. <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/de-mest-barekraftige-byggene-finnes-allerede/>
- NorgesEnergi. (2023). *Historiske strømpriser—Se gjennomsnittspris*. <https://norgesenergi.no/hjelp/strompriser/historiske-strompriser/>
- Norion. (2023). *Markedsrapport 2023*. <https://norion.no/markedsrapporter/markedsrapport-2023-2/>
- Norsk prisbok. (2024). *Elementpriser*. Norconsult Digital AS og Bygganalyse AS. <https://www.norskrisbok.no>
- NTB. (2024, januar 16). *Nå kommer EU-krav til oppgradering av boliger*. <https://www.bygg.no/article/1544294!/>
- NTNU. (u.å.). *IMRoD-struktur*. Hentet 5. mai 2023, fra <https://i.ntnu.no/oppgaveskriving/imrod-struktur>

- Oslo kommune. (2024). *Befolkning—Statistikk*. <https://www.oslo.kommune.no/statistikk/befolkning/>
- Otervik, E., & Haugen, L. (2024, april 24). *Hva er betalingsviljen for bærekraft?* CBRE. <https://blog.cbre.no/blog/hva-er-betalingsviljen-for-baerekraft>
- Peca, S. P. (2009). *Real Estate Development and Investment: A Comprehensive Approach*. John Wiley & Sons.
- Phakiti, A., Costa, P. D., Plonsky, L., & Starfield, S. (2018). *The Palgrave Handbook of Applied Linguistics Research Methodology*. Palgrave Macmillan.
- Ramboll. (2013). *Detaljreguleringsplan endring for del av område 6, Værste—Planbeskrivelse*. chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgglefindmkaj/<https://www.fredrikstad.kommune.no/globalassets/dokumenter/kunngjoringer/reguleringsplaner/oppheving-omrade-6/planbeskrivelse-vedtatt-19.03.15-omrade-6-varste.pdf>
- Riksantikvaren. (u.å.). *Store rehabiliterings- og restaureringsprosjekter—Riksantikvaren*. Hentet 11. juni 2024, fra <https://riksantikvaren.no/veileder/veileder-store-rehabiliterings-og-restaureringsprosjekter/>
- Rødeseike, A. (2021, november 24). *EUs taksonomi – hvordan angår den deg?* Entro. <https://www.entro.no/aktuelt saker/eu-taksonomien-hvordan-angar-den-deg>
- Sand, K., & Reidunsdatter, R. J. (Regissør). (2018). *Intervju som forskningsmetode*. <https://www.youtube.com/watch?v=odN7GD78jLc>
- Sandberg, N. H., Dokka, T. H., Lien, A. G., Sartori, I., Skeie, K. S., Benjamín Manrique Delgado, & Lassen, N. (2023). *Energisparepotensialet i bygg fram mot 2030 og 2050 – Hva koster det å halvere energibruken i bygningsmassen?* SINTEF Bokhandel. <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/3083980>
- 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>
- SSB. (2024a, januar 25). *Bygningsmassen*. SSB. <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/bygg-og-anlegg/statistikk/bygningsmassen>
- SSB. (2024b, april 23). *Næringenes økonomiske utvikling*. Statistisk sentralbyrå. <https://www.ssb.no/virksomheter-foretak-og-regnskap/virksomheter-og-foretak/statistikk/naeringenes-okonomiske-utvikling>
- Standard Norge. (2012). *NS 3701:2012—Kriterier for passivhus og lavenergibygninger—Yrkesbygninger*. <https://lese.standard.no/product/2515922/nb>
- Standard Norge. (2013). *NS 3454:2013*. <https://lese.standard.no/product/2538067/nb>
- Standard Norge. (2018). *NS 3720:2018—Metode for klimagassberegninger for bygninger*. <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=992162>
- Standard Norge. (2023). *NS-EN 17680:2023—Sustainability of construction works—Evaluation of the potential for sustainable refurbishment of buildings*. <https://online.standard.no/nb/ns-en-17680-2023>
- Statnett. (2024, juni 3). *Strømprisen—Hvorfor varierer den*. Statnett. <https://www.statnett.no/om-statnett/bli-bedre-kjent-med-statnett/om-strompriser/>
- Størbu, M. K. (2024, april 19). *EU-krav blir svindyrt for nordmenn*. [dinside.no. https://dinside.dagbladet.no/bolig/eu-krav-bli-svindyrt-for-nordmenn/81273667](https://dinside.dagbladet.no/bolig/eu-krav-bli-svindyrt-for-nordmenn/81273667)

- Svanemerket. (u.å.). *Slik unngår du grønnvasking*. Svanemerket. Hentet 25. april 2024, fra <https://svanemerket.no/markedsforing-og-kommunikasjon/slik-unngar-du-gronnvasking/>
- Tekna. (2020). *Lufttetthet og luftlekkasjer*. <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/lufttetthet-og-luftlekkasjer/>
- Tekna. (2021). *Trykktesting*. <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/trykktesting/>
- Thermia. (u.å.). *Jordvarme: Hvordan fungerer jordvarme?* |. Hentet 23. april 2024, fra <https://www.thermia.no/bergvarme-jordvarme-sjoevarme/jordvarme/hvordan-fungerer-jordvarme/>
- Tjora, A. (2019). *Qualitative Research as Stepwise-Deductive Induction* (Routledge). <https://dokumen.pub/qdownload/qualitative-research-as-stepwise-deductive-induction-9781138304499.html>
- Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder* (4. utg.). Gyldendal akademisk.
- Trondheim kommune. (2024). *Befolkningsstatistikk*. Trondheim kommune. <https://www.trondheim.kommune.no/aktuelt/om-kommunen/statistikk/befolkningsstatistikk/>
- Vetlejord, S. (2019). *Isolasjon – hva er det og hvilke typer finnes?* <https://byggvalg.no/isolasjon-hva-er-det-og-hvilke-typer-finnes/>
- Waide, P. (2006). *High-Rise Refurbishment – Analysis*. IEA. <https://www.iea.org/reports/high-rise-refurbishment>
- Wiken, L. S. (2023). *Alt du må vite om driftsoptimalisering av bygg*. Entro. <https://www.entro.no/aktuelt/saker/alt-du-maa-vite-om-driftsoptimalisering-av-bygg>
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods* (3. utg., Bd. 5). SAGE Publications. https://books.google.no/books?id=BWea_9ZGQMwC&printsec=frontcover&hl=no&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

8 Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide næringsmeglere og eiendomsbesittere

Opprinnelig intervjuguide, hvor relevante tilleggsspørsmål ble spurt fortløpende (ikke inkludert i vedlegg).

Generelle oppfatninger:

- Hva er din generelle oppfatning av transformasjonsprosjekter sammenlignet med nybygg?
- Har du hørt om de nye kravene til energidirektivet (EPBD)?
- Evt: hva er dine tanker?

Energiklasser og bærekraft:

- Hva tenker du om betydningen av energiklasser i dagens byggebransje?
- Mener du energieffektivitet påvirker verdien av et bygg?

Transformasjonsprosjekter kontra nybygg:

- Ser du på transformasjonsprosjekter som mer eller mindre lønnsomme enn nybygg?
- Hvordan vurderer du lønnsomheten knyttet til oppgradering av energiklasse i eksisterende bygg sammenlignet med implementering av høy energiklasse i nybygg?
- Om du ser for deg scenario med to like bygg i energiklasse A, det ene er nybygg og det andre oppgradert – vil det være noe forskjell i betalingsvillighet?

Erfaringer med transformasjonsprosjekter:

- Har du personlig erfaring med transformasjonsprosjekter/rehabiliteringsprosjekter? I så fall, hvordan har dette påvirket dine oppfatninger om lønnsomhet?
- Om erfaring: Hvordan håndteres utfordringer knyttet til energioptimalisering i eksisterende bygningsmasse i dine prosjekter?

Markedstrender og reguleringer:

- Hvordan tror du markedstrender påvirker beslutninger om transformasjon kontra nybygg?
- Føler du energieffektivitet vektlegges i dagens marked?

Fremtidige perspektiver:

- Ser du for deg at transformasjonsprosjekter vil bli mer eller mindre vanlige i fremtiden? Hvorfor?
- Hvordan tror du fokuset på bærekraft og energieffektivitet vil utvikle seg i byggebransjen?

Avslutning:

- Er det noe annet du vil legge til som ikke er blitt diskutert?

Vedlegg 2: Intervjuguide Norconsult

Opprinnelig intervjuguide, hvor relevante tilleggsspørsmål ble spurt fortløpende (ikke inkludert i vedlegg).

- Hva er deres tanker om grønne lån? Er det tilstrekkelig gevinst? Har dere noe datamateriale på dette?
- Har dere noen kostnadsestimer vedrørende oppgradering til energiklasse c og a?
 - Innenfor isolasjon og vindu helst
 - Og kontorbygg
- Hva er deres perspektiv når det gjelder økonomisk lønnsomhet og eu-krav?
- Hva er deres tanker rundt EBPD?
- Hvordan vil EPBD påvirke deres arbeidshverdag?
- Hva er deres tanker vedrørende oppgradering av eksisterende bygningsmasse iht lønnsomhet?

-

Vedlegg 3: Intervjuguide Dnb

Opprinnelig intervjuguide, hvor relevante tilleggsspørsmål ble spurt fortløpende (ikke inkludert i vedlegg).

- Hva er forskjellen i reduksjonen av rentenivået når det gjelder et grønt lån sammenlignet med et «vanlig» lån? Får prosjektene penger
- Stemmer dette? Utsagn fra næringsmegler: Om en investerer eksempelvis 20% for å bli grønnere, men leien ikke dekker dette, får en heller ikke noe finansiering til tross for grønne lån.
- Hvor mye av finansieringen dekker grønne lån?
- Tilbyr alle banker grønne lån?
- Er det forskjell på grønne lån mellom nybygg og rehabiliteringsprosjekter/transformasjoner i dag? Evt hva?
- Er grønne lån såpass gunstig at aktører vil gjennomføre rehabiliteringsprosjekter/transformasjonsprosjekter i dag?
- Er det større etterspørsel etter grønne lån?
- Hva er formålet til DnB med grønne lån?
- Hvordan ser dere på fremtiden vedrørende disse temaene?
- Hva er hindringene for å ta opp grønne lån? Hva er sperrere?

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Økonomisk lønnsomhet av bærekraftige løsninger»?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet for prosjektet er å kartlegge økonomisk lønnsomhet vedrørende bærekraftige løsninger i byggeprosjekt. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Hovedmålet med masteroppgaven er å utforske om det er økonomisk lønnsomt å oppgradere energieffektiviteten i eksisterende bygninger sammenlignet med den oppnådde nytteverdien. Videre vil oppgaven analysere det økonomiske skillet mellom å forbedre energieffektiviteten i eksisterende bygninger og å optimalisere energieffektiviteten i nybygg. Dette vil innebære en kost-nytte-analyse av eksisterende bygningsmasse, sammenlignet med tilsvarende analyse av nybygg. Med tanke på variablene og kompleksiteten i byggeprosjekter, vil fokus rettes mot områder som påvirker energieffektiviteten i stor grad, som isolasjon og vinduer. Det vil bli utført en kartlegging av kostnadene i tillegg til å vurdere graden av nytte for hvert enkelt område, med andre ord; hvor mye det bidrar til å redusere energiforbruket. Dette kan gi aktørene en pekepinn på hvilke oppgraderinger som er mest effektive i forhold til kost- og nyttegrad, og dermed en indikasjon på å prioritere riktig.

Det er også av stor interesse å undersøke aktørenes perspektiver knyttet til transformasjonsprosjekter sammenlignet med nybygg. Transformasjonsprosjekter blir stadig mer relevante, men det er avgjørende at det er økonomisk levedyktig å gjennomføre for at aktørene skal kunne være levedyktige i markedet. Dette henger sammen med leietakernes perspektiver og deres verdsetting. Derfor vil det være verdifullt å undersøke hva leietakerne setter pris på og deres betalingsvillighet, slik at aktørene kan identifisere områder å fokusere på som vil gi raskest avkastning på investeringen.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU fakultet for arkitektur og design er ansvarlig for prosjektet.

Morten Tor Gjerde vil være veileder i forskningsprosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget i forskningsprosjektet er trukket til å delta med hensyn til deres relevans i forhold til datainformasjon vedrørende problemstillingen. Aktørene er anerkjente aktører i bransjen, hvor deres data og informasjon er bidragsytende for å innhente relevant og reelle verdier til masteroppgaven. Det kan også være aktuelt å kontakte potensielle leietakere og konsulenter for å få deres perspektiver og innsikt i temaet.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltakelsen vil omfavne semistrukturert dybdeintervju med aktørene, møter, og/eller spørreundersøkelser. Det kan dog være aktuelt med befaringer i eiendommene om aktørenes tid strekker til for dette. Her vil opplysninger vedrørende det økonomiske perspektivet til byggeprosjektene innhentes, samt aktørenes oppfatning av den økonomiske lønnsomheten vedrørende bærekraftige løsninger være aktuelt.

Opplysningene vil bli oppbevart elektronisk, gjennom notater og lydopptak.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det vil være veileder Morten Tor Gjerde, samt student Johanne Larsen som har tilgang til opplysningene. Sistnevnte er utførende av masteroppgaven. Forelesere og professorer ved fakultetet kan motta tilgang til opplysningene i henhold til aktuell veiledning.
- Navnet og kontaktopplysningene dine vil jeg erstatte med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data, i tillegg til at det vil lagres på en forskningsserver.

Deltakerne vil anonymiseres ved publisasjon, hvor arbeidsstilling og arbeidssted blir publisert. Relevante opplysninger innhentet gjennom intervju og dokumentanalyse vil publiseres.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet avsluttes ved innleveringsfrist for masteroppgaven (20.06.2024). Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger slettes fra forskningsserveren, inkludert notater og lydopptak.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Morten Tor Gjerde og Johanne Larsen har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Student Johanne Larsen, (johalar@stud.ntnu.no, tlf. 980 51 351) eller veileder Morten Tor Gjerde (morten.gjerde@ntnu.no, tlf. 902 76 916).
- Vårt personvernombud: Thomas Ørnulf Helgesen (thomas.helgesen@ntnu.no, tlf. 930 79 038).

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Morten Tor Gjerde
(Forsker/veileder)

Johanne Larsen

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «*Økonomisk lønnsomhet av bærekraftige løsninger*»? og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- Å delta på intervju
- At masteroppgaven kan inkludere informasjon fra innsendte dokumenter tilsendt av meg

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 5: Øvre grenser for energiklasser - Enova

Bygningskategorier	Leverte energi pr m ² oppvarmet BRA (kWh/m ²)						
	A	B	C	D	E	F	G
	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Ingen grense
Småhus	95	120	145	175	205	250	>F
Arealkorreksjon	+800/A	+1600/A	+2500/A	+4100/A	+5800/A	+8000/A	
Leiligheter (boligblokk)	85	95	110	135	160	200	>F
Arealkorreksjon	+600/A	+1000/A	+1500/A	+2200/A	+3000/A	+4000/A	
Barnehage	85,00	115,00	145,00	180,00	220,00	275,00	>F
Kontorbygning	90,00	115,00	145,00	180,00	220,00	275,00	>F
Skolebygning	75,00	105,00	135,00	175,00	220,00	280,00	>F
Universitets- og høgskolebygning	90,00	125,00	160,00	200,00	240,00	300,00	>F
Sykehus	175,00	240,00	305,00	360,00	415,00	505,00	>F
Sykehjem	145,00	195,00	240,00	295,00	355,00	440,00	>F
Hotellbygning	140,00	190,00	240,00	290,00	340,00	415,00	>F
Idrettsbygning	125,00	165,00	205,00	275,00	345,00	440,00	>F
Forretningsbygning	115,00	160,00	210,00	255,00	300,00	375,00	>F
Kulturbygning	95,00	135,00	175,00	215,00	255,00	320,00	>F
Letting industribygning, verksted	105,00	145,00	185,00	250,00	315,00	405,00	>F

A = oppvarmet del av BRA (m²)

Øvre grense for karakter C er basert på nivå for TEK 2010.

Vedlegg 6: Formler

U-verdier for Maskinhallen

Beskrivelse	Formel-nummer	Formel
Formel for besparelse kWh/m ²	1	$U - verdi_{før} - U - verdi_{etter} = \text{Delta } U - verdi$ $\text{Delta } U - verdi * \text{temperaturdifferanse} * \text{timer} = Wh/kvm$ <p>Deretter ble Wh/m² delt på 1000 for å få kWh per kvadratmeter.</p>
Formel for forskjell mellom u-verdiene og besparelsene for energiklasse A og C –besparelse i kroner per kvm	2	$\text{Gjennomsnittelig spotpris} * \text{byggets besparelse} = \text{besparelse kr/kvm}$

Maskinhallen knyttet til NP

Beskrivelse	Formel-nummer	Formel
Formel for å skalere elementprisene til Maskinhallens kontekst	3	$\text{Element pr. kvm} * \text{areal elementkategori MaskinH.} = \text{Elementpris for hele MaskinH.}$

Driftskostnad

Beskrivelse	Formel-nummer	Formel
Driftskostnad per element	4	$\frac{\text{Sum } \text{ÅK element energiklasse } x}{\text{ÅK totalt for bygget}} * 100 = \text{element andel av total ÅK}$

Differanse mellom driftskostnad av elementene ved energiklasse A og C	5	$1 - \frac{\text{Driftskostnad element C}}{\text{Driftskostnad element A}}$ <p style="text-align: center;">= % differanse driftskostnad</p>
---	---	---

Driftskostnad energi

Beskrivelse	Formelnummer	Formel
Øvre grense levert energi per kvm	6	$\frac{kWh}{kvm} = \text{levert energi pr kvm}$
Finne kWh	7	$\frac{X}{kvm} = \text{levert energi pr kvm}$ <p>En enklere utregning er</p> $kvm * \text{øvre grense levert energi} = \text{total Kwh}$
Årlige driftskostnader for hver energiklasse	8	$\text{Årlig spotpris} * \text{total kWh levert energi} = \text{Årlig driftskostnader}$
Årlig pris per kvm	9	$\text{Spotpris} * \text{øvre grense levert energi per kvm} = \text{årlig pris per kvm}$

Nedbetalingstid

Beskrivelse	Formelnummer	Formel
Beskrivelse av tabell: År 0: investeringskost for elementene	10	$IK + \text{ÅK energi} + \text{ÅK elementer} - LI = \text{kumulativ sum}$

<p>Fra år 1: driftskostnader per kvm for energi og for elementene, leieinntekter</p> <p>Formelen viser utregning av nedbetalingstid, hvor IK står for investeringskostnader, ÅK for driftskostnader innen element og energi, LI for leieinntekt.</p>		<p>Den resterende summen ble addert kommende år, frem til summen var negativ. I dette tilfellet var negativ sum, sum som er forbigått nullpunktet og dermed positiv.</p>
<p>Break even</p>	<p>11</p>	<p>Her ble kumulative inntekter (LI) addert sammen i en kolonne og kumulative kostnader (IK og Åk) addert i en annen kolonne. Til slutt ble dette lagt inn i diagram i Excel. Det ble utarbeidet et linjediagram for hver energiklasse som viser nullpunktet.</p>

Vedlegg 7: Excel

Areal og volum Maskinhallen:

Etasjer	Eksisterende utleie (m2)	Tak m2	Yttervegg m2	Vindu	Volum eksisterende	Volum
1. etg	665	695	1155	24 %	3125,5	
2. etg	665				3125,5	2256
3. etg	620				2914	2256
4. etg	630				2961	2256
Sum	2580				12126	6768

Vindu-utregning:

Vinduer			
	mm	Sum	Total (kvm)
Etasjehøyde på tegning	12,06	48,24	
Lengde vegg på tegning	103,5		
Sum			4992,84
sum i mm			4,99284
Vindu etg 1	Vanlig vindu	Sidevindu	Total (kvm)
Lengde	10,54	7,9	
Bredde	9,09	9,09	
Sum	479,043	71,811	550,85
Vindu etg 2	Vanlig vindu	Sidevindu	Total (kvm)
Lengde	10,54	7,9	
Bredde	6,13	6,13	
Sum	323,051	48,427	371,478
Vindu etg 3	Vanlig vindu	Sidevindu	Total (kvm)
Lengde	10,54	7,9	
Bredde	4,62	4,62	
Sum	243,474	36,498	279,972
Sum total			1202,30
Prosent vindu			24 %

Elementpriser, med forutsetninger fra NP

Element per kvm	Energiklasse A	Forutsetninger
Vindu	kr 4 763,31	Vinduer, aluminium, u-verdi = 0,7-0,9
Isolasjon gulv	kr 127,58	Isolasjon i gulv på grunn. XPS t = 100 mm
Isolasjon tak	kr 442,98	Isolasjon på tak, EPS, skråskåren, gj.sn. t = 180 m
Isolasjon fasade	kr 611,43	Isolasjon festet til betongvegg, mineralull, t = 30
Sum uten vindu	kr 1 181,98	
Sum	kr 5 945,29	
Element per kvm	Energiklasse C	Forutsetninger
Vindu	kr 4 105,85	Vinduer, aluminium, u-verdi <1,2
Isolasjon gulv	kr 43,74	Isolasjon i gulv på grunn. XPS t = 100 mm
Isolasjon tak	kr 197,30	Isolasjon på tak, EPS, skråskåren, gj.sn. t = 180 m
Isolasjon fasade	kr 543,49	Isolasjon festet til betongvegg, mineralull, t = 30
Sum uten vindu	kr 784,53	
Sum	kr 4 890,38	

Driftskostnader elementer, differanse

Element	Differanse kvm	Differanse % drift Maskin
Vindu	11 %	11 %
Gulv	66 %	66 %
Tak	56 %	56 %
Fasade	56 %	56 %
Sum	22 %	33 %

Hva Maskinhallen utgjør i totalkost ved bygningskategori «kontor – ombygging innvendig (som tilsvarer energiklasse C)

Kontor - ombygg innvendig (energi klasse C)	Kategori Norsk prisbok	For Maskinhallen i C	For Maskinhallen i A	Differanse A og C	
BTA	15000	2580	2580		
Pris	kr 400 528 606,00	kr 68 062 800,94	kr 68 075 236,19	kr 12 435,25	
Pris/BTA for bygget	kr 29 369,00	kr 29 319,32	kr 29 321,18	kr 1,86	
Vindu+isolasjon andel av totalkost		3 %	4 %		
0.2 Bygging					Forklaring
02.3 Yttervegg					
Pris	kr 897 204,00	kr 69 084,71	kr 81 519,96	kr 12 435,25	Legger på merkost 28%
Pris per kvm	kr 60,00	kr 10,32	kr 12,18	kr 1,86	Legger på merkost 28%
Driftskostnader - fra NP					
	Fra NP	For maskinhallen klasse C	For maskinhallen klasse	Differanse	Forklaring
Årskostnader totalt for bygget	kr 36 672 077,00	kr 6 307 597,24	kr 7 442 964,75	kr 1 135 367,50	La på 28 % med hensyn til
Årskostnader/BTA for bygget	kr 2 445,00	kr 420,54	kr 496,24	kr 75,70	La til 28% med hensyn til
Årskost 02.3	kr 897 204,00	kr 154 319,09	kr 182 096,52	kr 27 777,44	La på 28 % med hensyn til
Årskost 02.3 pr kvm	kr 5,66	kr 0,97	kr 1,15	kr 0,18	La på 28 % med hensyn til
Andel 02.3 kost	2 %	2 %	2 %		
3. Drift- og vedlikeholdskostnader	Fra NP	For maskinhallen klasse C	For maskinhallen klasse	Differanse	Forklaring
Drift og vedlikehold (post 3 i LCC)	kr 3 618 877,00	kr 622 446,84	kr 734 487,28	kr 112 040,43	La på 28 % med hensyn til
Drift og vedlikehold pr kvm (post 3 i LCC)	kr 241,26	kr 41,50	kr 48,97	kr 7,47	La på 28 % med hensyn til
4. Utskiftning- og utviklingskostnader					
Utskiftning og utvikling (post 4 i LCC)	kr 6 260 602,00	kr 1 076 823,54	kr 1 270 651,78	kr 193 828,24	La på 28 % med hensyn til
Utskiftning og utvikling per kvm (post 4 i LCC)	kr 417,37	kr 71,79	kr 84,71	kr 1,18	La på 28 % med hensyn til
Sum 3 & 4	kr 9 879 479,00	kr 1 699 270,39	kr 2 005 139,06	kr 305 868,67	
Sum 3 & 4 per kvm	kr 658,63	kr 113,28	kr 133,68	kr 20,39	

Kumulative kostnader energiklasse A:

Break even A				
Leieinntekt (LI)	kr	2 300,00		
Årlig kostnader (ÅK)	kr	779,90		
Investeringskostnad (IK)	kr	5 945,29		
År		Kumulative inntekter	Kummulative kostnader	Differanse
0	kr	-	kr 5 945,29	-kr 5 945,29
1	kr	2 300,00	kr 6 725,20	-kr 4 425,20
2	kr	4 600,00	kr 7 505,10	-kr 2 905,10
3	kr	6 900,00	kr 8 285,00	-kr 1 385,00
4	kr	9 200,00	kr 9 064,91	kr 135,09
5	kr	11 500,00	kr 9 844,81	kr 1 655,19
6	kr	13 800,00	kr 10 624,71	kr 3 175,29
7	kr	16 100,00	kr 11 404,62	kr 4 695,38

Kumulative kostnader energiklasse C

Leieinntekt (LI)	kr	1 600,00		
Årlige kostnader (ÅK)	kr	681,04		
Investeringskostnad (IK)	kr	4 890,38		
År		Kumulative inntekter	Kummulative kostnader	Differanse
0	kr	-	kr 4 890,38	-kr 4 890,38
1	kr	1 600,00	kr 5 571,42	-kr 3 971,42
2	kr	3 200,00	kr 6 252,47	-kr 3 052,47
3	kr	4 800,00	kr 6 933,51	-kr 2 133,51
4	kr	6 400,00	kr 7 614,55	-kr 1 214,55
5	kr	8 000,00	kr 8 295,59	-kr 295,59
6	kr	9 600,00	kr 8 976,64	kr 623,36
7	kr	11 200,00	kr 9 657,68	kr 1 542,32
8	kr	12 800,00	kr 10 338,72	kr 2 461,28

Break even scenario 0,5 kr/kWh

Break even energiklasse A 0,5 kr/kWh				Break even energiklasse C 0,5 kr/kWh			
Leieinntekt (LI)	kr	2 300,00		Leieinntekt (LI)	kr	1 600,00	
Årlig kostnader (ÅK)	kr	739,04		Årlige kostnader (ÅK)	kr	615,21	
Investeringskostnad (IK)	kr	5 945,29		Investeringskostnad (IK)	kr	4 890,38	
År	Kumulative inntekter	Kummulative kostnade	Differanse	År	Kumulative inntekter	Kummulative kostna	Differanse
0	kr -	kr 5 945,29	-kr 5 945,29	0	kr -	kr 4 890,38	-kr 4 890,38
1	kr 2 300,00	kr 6 684,33	-kr 4 384,33	1	kr 1 600,00	kr 5 505,59	-kr 3 905,59
2	kr 4 600,00	kr 7 423,38	-kr 2 823,38	2	kr 3 200,00	kr 6 120,80	-kr 2 920,80
3	kr 6 900,00	kr 8 162,42	-kr 1 262,42	3	kr 4 800,00	kr 6 736,01	-kr 1 936,01
4	kr 9 200,00	kr 8 901,46	kr 298,54	4	kr 6 400,00	kr 7 351,22	-kr 951,22
5	kr 11 500,00	kr 9 640,50	kr 1 859,50	5	kr 8 000,00	kr 7 966,43	kr 33,57
6	kr 13 800,00	kr 10 379,54	kr 3 420,46	6	kr 9 600,00	kr 8 581,63	kr 1 018,37
7	kr 16 100,00	kr 11 118,58	kr 4 981,42	7	kr 11 200,00	kr 9 196,84	kr 2 003,16
				8	kr 12 800,00	kr 9 812,05	kr 2 987,95

Energiklasse A 0,5 kr/kWh

Energiklasse C 0,5 kr/kWh

Break even 1,5 kr/kWh

Break even energiklasse A 1,5 kr/kWh				Break even energiklasse C 1,5 kr/kWh			
Leieinntekt (LI)	kr	2 300,00		Leieinntekt (LI)	kr	1 600,00	
Årlig kostnader (ÅK)	kr	829,04		Årlige kostnader (ÅK)	kr	760,21	
Investeringskostnad (IK)	kr	5 945,29		Investeringskostnad (IK)	kr	4 890,38	
År	Kumulative inntekter	Kummulative kostnade	Differanse	År	Kumulative inntekter	Kummulative kostna	Differanse
0	kr -	kr 5 945,29	-kr 5 945,29	0	kr -	kr 4 890,38	-kr 4 890,38
1	kr 2 300,00	kr 6 774,33	-kr 4 474,33	1	kr 1 600,00	kr 5 650,59	-kr 4 050,59
2	kr 4 600,00	kr 7 603,38	-kr 3 003,38	2	kr 3 200,00	kr 6 410,80	-kr 3 210,80
3	kr 6 900,00	kr 8 432,42	-kr 1 532,42	3	kr 4 800,00	kr 7 171,01	-kr 2 371,01
4	kr 9 200,00	kr 9 261,46	-kr 61,46	4	kr 6 400,00	kr 7 931,22	-kr 1 531,22
5	kr 11 500,00	kr 10 090,50	kr 1 409,50	5	kr 8 000,00	kr 8 691,43	-kr 691,43
6	kr 13 800,00	kr 10 919,54	kr 2 880,46	6	kr 9 600,00	kr 9 451,63	kr 148,37
7	kr 16 100,00	kr 11 748,58	kr 4 351,42	7	kr 11 200,00	kr 10 211,84	kr 988,16
				8	kr 12 800,00	kr 10 972,05	kr 1 827,95
				9	kr 14 400,00	kr 11 732,26	kr 2 667,74

Energiklasse A 1,5 kr/kWh

Energiklasse C 1,5 kr/kWh

