

Optimal informasjonslagring for Standardhus:

En strategi for å maksimere verdien av ombrukbare boliger

Forfatter:

Oliver Vesterås

Oliver Vesterås

Gradering:

Åpen

Bachelor i ingeniørfag - bygg

Innlevert: Mai 2024

Eneansvarlig: Jan Steinar Egenes

Veileder: Jan Steinar Egenes og Pasi Aalto

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for vareproduksjon og byggteknikk

Sammendrag

Denne bacheloroppgaven setter fokus på lagring av bygningsinformasjon for å styrke gjenbruksverdien og resirkuleringspotensialet innen byggebransjen. Informasjon spiller en avgjørende rolle i dokumentasjon og kommunikasjon av de forskjellige materialene og metoder som benyttes i bygg, og muliggjør en mer effektiv bruk av eksisterende ressurser.

Visuell representasjon er et kraftig verktøy for å vise frem materialene som et bygg inneholder. Som et eksempel i denne oppgaven, er det utviklet en bygningsinformasjonsmodell (BIM) av et eksisterende bygg fra slutten av 60-tallet. Huset er basert på de originale tegningene og observasjoner. Dette bygget er representativt for hus på denne tiden og er et standardisert hus som finnes over hele landet. Modellen er utformet for å gi et detaljert bilde av informasjonen som finnes i dette huset og konstruksjonen.

Gjennom analyse av arkitekttegninger og utførelse av fysiske undersøkelser, blir bygningen rekonstruert som en modell. Denne modellen inneholder teknisk informasjon fra tegningene og undersøkelsene, og skal være tilgjengelig for videre bruk.

Den visuelle modellen fungerer som et verktøy for å lagre bygningens informasjon og for å gi en visuell visning av hvordan det ser ut. Dette bidrar til å legge til rette for en mer effektiv og nøyaktig gjennomgang av bygningens egenskaper og muligheter for gjenbruk og resirkulering.

Abstarct

This bachelor thesis focuses on storing building information to enhance the reuse value and recycling potential within the construction industry. Information plays a crucial role in documenting and communicating the various materials and methods used in construction, enabling a more efficient use of existing resources.

Visual representation is a powerful tool for showcasing the materials a building contains. As an example in this thesis, a Building Information Model (BIM) of an existing building from the late 1960s has been developed. The house is based on the original drawings and observations. This building represents typical houses from that era and is a standardized house model found throughout the country. The model is designed to provide a detailed picture of all available information about this house and its construction.

Through analysis of architectural drawings and conducting physical surveys, the building is reconstructed as a model. This model contains technical information from the drawings and surveys, and it is intended to be available for further use.

The visual model serves as a tool for storing building information and providing a visual representation of what the building looks like. This helps facilitate a more efficient and accurate review of the building's characteristics and opportunities for reuse and recycling.

Forord

Denne oppgaven er skrevet for NTNU våren 2024. Dette er avsluttende oppgave etter 4-årig nettbasert studie innenfor Institutt for vareproduksjon og byggingsteknikk. Oppgaven er 20 studiepoeng og skal bidra med å fremme bærekraft.

Arbeidet vil være en kilde til informasjon for videre utvikling og forskning. Valg av tema er lagt til grunn for å fremme gjenbruk av hus gjennom informasjons lagring.

Jeg vil gi en takk til min veileder og emneansvarlig Jan Steinar Egenes for god hjelp. Jeg vil også rette en takk til Pasi Aalto for hjelp til valg av tema og god veiledning gjennom oppgaven.

Jeg vil også rette en takk til venner og familie for støtte og hjelp gjennom studiet og denne avsluttende oppgaven.

Gjøvik, mai 2024

Oliver Vesterås

Oliver Vesterås

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	ii
Abstarct.....	iii
Forord	iv
Begrepsliste.....	1
1 Innledning	2
2 Teori.....	3
2.1 Ombruk og bærekraft.....	3
2.1.1 Sirkulær økonomi.....	3
2.1.2 LCA.....	4
2.1.3 Utnyttelsesgrad	4
2.1.4 Betydningen av ombruk i byggebransjen.....	4
2.1.5 Ombruk som nøkkelstrategi for bærekraftig prosjektering	5
2.1.6 Oppgradering.....	5
2.1.7 Utslipp og skader	6
2.2 BIM.....	6
2.3 Innføring i informasjonslagring.....	7
2.3.1 Former for informasjons lagring.....	7
2.3.2 Digital datalagring.....	7
2.3.3 Fordelen av informasjonslagring	8
2.3.4 Teknologiske utfordringer og løsninger	8
2.3.5 Fordeler	8
2.3.6 Visualisering som virkemiddel	9
2.4 Bakgrunnsinformasjon.....	10
2.4.1 Materialer	10
2.4.1 Dimensjonering.....	11
2.4.2 Utførelse	12
2.4.3 Endringer	12
2.5 Husbanken.....	13
2.5.1 Historie	13
2.5.2 Lån.....	13
2.5.3 Lov om husbanken.....	13

3 Metode	14
3.1 Beskrivelse	14
3.1.1 Material og konstruksjons data	15
3.2 Case-studie og kvalitativ forskningsmetode	15
3.2.1 Datainnsamling og prosedyre	15
3.3 Avgrensninger	17
3.3.1 Begrensning til en type standard hus:	17
3.3.2 Begrensninger i målinger og beregninger:	17
3.3.3 Begrensning til to modeller:	17
3.3.4 Begrensninger knyttet til bærekraftsspørsmål:.....	17
3.4 Utvalg.....	18
3.4.1 Målgruppe.....	18
3.4.2 Språk.....	18
3.5 Pålitelighet av data.....	18
3.6 Relevant.....	19
3.6.1 Relevans av ombruk i prosjektering av bygg	19
3.7 Etikk.....	19
3.7.1 Respekt for deltakere.....	19
3.7.2 Samarbeid med NTNU og kreditering av kilder.....	20
4 Resultat	21
5 Drøfting og analyse	22
5.1 Innhenting av informasjon	22
5.2 Forbedringer	23
5.3 BIM.....	23
6 Konklusjon.....	25
7 Videre forskning	26
Litteraturliste.....	27
Figur.....	30
Vedlegg	31

Begrepsliste

BIM	Bygnings Informasjons Modelling (Building Information Modeling, BIM) er et modelleringsverktøy for byggebransjen (Autodesk, u.å.).
Byggenæringen	Byggenæringen er en fellesbenevnelse for alle som jobber med bygg og anlegg (Hansen, 2024).
Gjenbruk	Gjenbruk er en måte å bruke ressursene på enn annen måte en det var laget for (Sirken, u.å.).
LCA	LCA eller Life Cycle analyses er en måte å sette livsløpet til et materiale eller ett produkt i perspektiv (Sintef, 2014).
Ombruk	Ombruker er en måte å bruke ressursene på samme måte som det allerede har blitt brukt (Sirken, u.å.).
Resikulering	Resirkulering er å bruke råvarene fra tidligere produkter eller materialer til ny produkter eller materialer gjennom gjenvinning (Persvold, 2021).
Sirkulær økonomi	Sirkulær økonomi er en metode for å bevare ressurser og forlenge levetiden til produkter og materialer (Nilsen, 2023).
Utnyttelsesgrad	Hvor stor del av noe som kan brukes (Kvellheim & Stoknes, 2020).

1 Innledning

Bygninger i dag blir ofte revet og erstattet med nybygg (Nilsen, 2023). Materialer kan bli gjenvunnet eller brukt som energikilde (Sirkula, u.å.). For å redusere miljøpåvirkningen og bidra til å bekjempe klimaendringene, kan rehabilitering og oppussing være en løsning (Nitter, 2020). Selv om resirkulering og gjenbruk er effektive måter å forlenge levetiden til materialer på, vil det likevel gå tapt noen materialer og bruk av energi. Ved rehabilitering og oppussing vil disse materialene i større grad bli urørt, og dermed vil mindre materialer gå tapt. For å kunne gjennomføre enkle rehabiliteringsløsninger, er tilgangen på informasjon om materialer og byggemetoder avgjørende (Kvellheim & Stoknes, 2020).

Oppgaven omhandler gjenbruk av eldre bygninger. Fokuset er på et eksisterende eldre hus av standard type. Formålet er å dokumentere informasjon om materialer og byggemetoder, samt å utvikle en bygningsinformasjonsmodell (BIM) av det opprinnelige bygget og en for hvordan det ser ut i dag.

2 Teori

2.1 Ombruk og bærekraft

Oppgavens hovedmål er å lagre data for å fremme ombruk. Informasjonen som blir samlet gjennom en BIM vil understreke viktigheten av ombruk som en form for bærekraftig utvikling i byggebransjen. Ombruk er en viktig form for bærekraftig utvikling, da det kan utføres på flere måter: gjennom ombruk av et helt bygg, gjennom ombruk av byggekomponenter, eller gjennom ombruk, gjenbruk eller resirkulering av materialer (Nitter, 2020). Materialer som ikke kan ombrukes i sin opprinnelige form, kan enten gjenbrukes som nytt materiale, eller resirkulering som råmateriale i nye produkter. Mye av det som ikke kan resirkuleres, vil bli brukt som kilde til ny energi slik at ingenting går helt tapt. Unntaket er farlig avfall som ikke har mulighet for videre bruk (Sirkula, u.å.).

2.1.1 Sirkulær økonomi

En stor del av oppgaven handler om informasjonslagring for en standardisert enebolig. Dette vil fremme gjenbruk både gjennom oppussing og materialgjenbruk. Det er derfor viktig å forklare hva sirkulær økonomi er og hvordan denne tenkemåten passer inn i oppgaven.

Sirkulær økonomi er en måte for å bevare ressurser og forlenge levetiden til produkter og materialer (Nilsen, 2023). For å sikre ressursenes overlevelse er god planlegging avgjørende.

Å planlegge for sirkulær tenkning i nye hus og bygninger vil være vesentlig enklere enn å gjøre det samme for eldre hus, fordi all informasjonen er digital. Nyere bygg kan også ha modeller som verktøy i planlegging og byggefasen. Informasjon om eldre bygninger er ofte ikke digitalisert, og noen ganger eksisterer den ikke i det hele tatt. Dette gjør det vanskeligere å planlegge for videre bruk, og det blir ofte enklere å rive.

Ved å lagre informasjon om disse byggene får vi en bedre forståelse av hvilke materialer som kan gjenbrukes og hvilke løsninger som kan brukes ved oppussing. Ved å bruke huset slik det er i dag og heller oppgradere det, vil mindre materialer og ressurser gå til spille, og det vil være behov for færre nye materialer. Dette støtter opp under oppussing og fremmer en bærekraftig måte å bygge på. Det å reparere noe som ikke fungerer eller finne nytte for det et annet sted er viktige aspekter av sirkulær økonomisk tankegang (Nilsen, 2023).

Å øke levetiden på produkter og materialer er grunnleggende for å gjøre byggebransjen mer bærekraftig. Det finnes mange gode løsninger for gjenbruk, og å bruke hus som

materialbanker kan være en av dem. Men dette krever planlegging, noe som igjen krever informasjon om husene.

2.1.2 LCA

LCA eller Life Cycle analyses er en måte å sette livsløpet til et materiale eller ett produkt i perspektiv (Sintef, 2014). I dette tilfellet blir husets materialer analysert for å se hvordan livsløpet kan forlenges. For å sikre livsløpet til materialer er det viktig å ta vare på dem slik at de ikke blir ødelagte og forsvinner ut av kretsen. Livsløp av byggematerialer er ofte bruk og kast. Hus blir ofte revet slik at materialene blir gjenvunnet eller brukt som energi kilde i form av fjernvarme. Selv om dette er en god måte å forvalte materialer som ikke har muligheten til ombruk i sin rene form, er det ofte slik at materialer som kunne bli ombruk og gjenbruk heller blir resirkulert eller brent (Sirkula, u.å.). Dette gjør at de går ut av livsløpet som materiale selv om egenskapene fortsatt er intakt. Ved å bruke materialene slik som de er vil livsløpet til disse materialene øke og vil holde seg i livsløpet lenger. Siden materialer ofte blir skadet i rivnings prosessen vil det å bruke bygningene slik som den står være en god løsning for best mulig utnyttelse og forlengelse av livsløpet til disse materialene (Kvellheim & Stoknes, 2020).

2.1.3 Utnyttelsesgrad

Utnyttelsesgraden av husets materialer er en viktig del av hvorfor denne oppgaven er viktig. Siden utnyttelse av materialer er en viktig del av bærekraftig utvikling, må mest mulig av materialene brukes igjen i sin brukte form. Dette betyr at materialene skal gjenbrukes og ikke resirkuleres (Kvellheim & Stoknes, 2020).

Rivning skader materialene og reduserer utnyttelsesgraden av de brukte materialene. Å unngå rivning, eller begrense den, vil øke levetiden og utnyttelsesgraden av et eldre bygg. Det må utvikles nye løsninger for enklere demontering for å sikre videre bruk av materialene. Selv om treverk er et bærekraftig materiale, er det viktig å utnytte det på best mulig måte gjennom forlenget livsløp.

2.1.4 Betydningen av ombruk i byggebransjen

Denne oppgaven adresserer et aktuelt tema knyttet til den økende praksisen med gjenbruk av bygningsmaterialer. Gjenbruk spiller en stadig viktigere rolle i å forlenge levetiden til ressursene våre og redusere behovet for nyproduksjon. I dagens byggebransje står bærekraft sentralt, og overgangen til en sirkulær økonomi krever en optimal utnyttelse av alle tilgjengelige ressurser. Ombruk av materialer fremstår som en mer miljøvennlig tilnærming

enn resirkulering, da ombruk bevarer materialene i deres opprinnelige form og reduserer behovet for energikrevende prosesser (Sintef, u.å.).

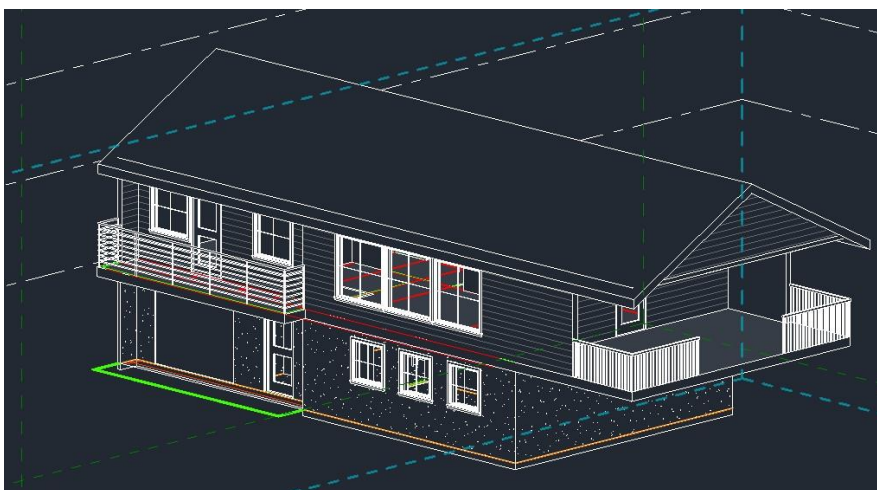
2.1.5 Ombruk som nøkkelstrategi for bærekraftig prosjektering

Fokus på ombruk av materialer representerer en nøkkelstrategi for å fremme bærekraftige prinsipper i byggebransjen. Ved å legge vekt på ombruk fremfor rivning og nybygging (Sandberg & Kvellheim, 2021, s.23), kan vi redusere miljøpåvirkningen av byggeprosjekter og bevare verdifulle ressurser. Denne tilnærmingen støtter opp under målet om å minimere avfall og bidra til en mer bærekraftig utvikling av bygde miljøer.

2.1.6 Oppgradering

For å oppnå en mest mulig bærekraftig løsning er det hensiktsmessig å gjennomføre oppussing og oppgraderinger av eksisterende bygninger. Selv om materialene kan gjenbrukes eller resirkuleres, kreves betydelige endringer og energiforbruk for å gi disse materialene en ny levetid. Dessuten vil mye av materialene gå til spille. Ved å utføre oppussing og oppgraderinger på eksisterende bygninger, forblir mange av materialene på samme sted og unngår dermed unødvendig ødeleggelse.

Forbedring av allerede eksisterende bygninger kan være enkel hvis informasjonen om bygget allerede er tilgjengelig. Imidlertid er det ofte utfordrende å finne digitalisert informasjon om eldre bygninger, og eventuelle endringer som er gjort gjennom årene kan ikke alltid være korrekt dokumentert. Dette kompliserer oppgraderingsprosessen.



Bilde 1: BIM laget ut fra eksisterende bygning i dag gjennom tegninger og observasjoner

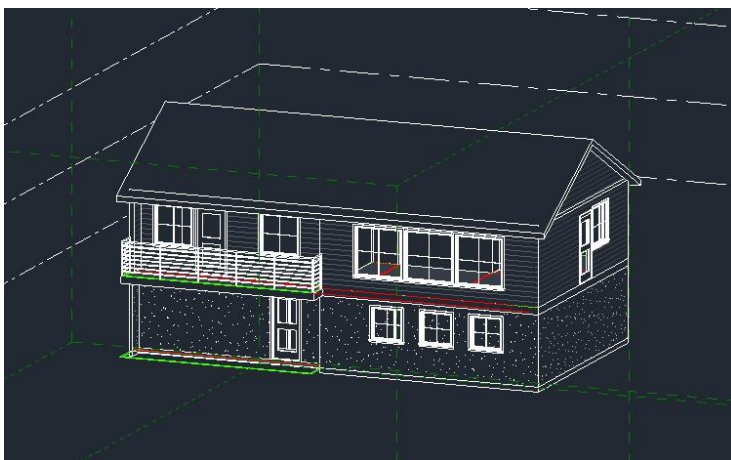
Det eksisterer allerede flere prosjekter som fokuserer på oppgradering av gamle bygninger, slik som OPPTRE (OPPTRE, 2018). Disse prosjektene illustrerer hvilke energibesparende tiltak som kan gjøre bygningene mer funksjonelle og attraktive fra et bærekraftperspektiv.

2.1.7 Utslipp og skader

Byggenæringen står for 40% av alt CO2 utslipp globalt (Tekna, 2021). For å kunne senke dette enorme utslippet må tiltak gjøres. Det å bruke om materialer er en god løsning, og det å oppgradere bygninger er en enda bedre løsning. Problemene med dette er at det koster mye penger og det kan være vanskelig å finne riktige løsninger for forskjellige bygninger. Det å pusse opp skaper også søppel og det kan vær bygninger som er vanskelige å pusse opp. Det kan også finnes skader i form av sopp, vann, bevegelse, og dårlig prosjektering.

2.2 BIM

Bygnings Informasjons Modelling (Building Information Modeling, BIM) er et verktøy for å lagre og organisere informasjon. BIM gjør det mulig å samle all data på ett sted, noe som forenkler informasjonsstyringen. Igjennom BIM deles informasjonen mellom de ulike arbeidsgrupper og fagområder slik at hver gruppe har tilgang til den nødvendige informasjonen. Alle detaljer om et bygg kan legges inn i modellen, noe som gjør det enkelt å lokalisere og identifisere elementer. Ved hjelp av digitale verktøy kan hver arbeidsgruppe enkelt legge til relevant informasjon i en felles modell slik at alle for tilgang samtidig. Alle som har tilgang til modellen kan dra nytte av den, og det blir enkelt å dele informasjon mellom arbeids gruppene og fagområdene.



Bilde 2: BIM av bygningen slik som den opprinnelig var etter tegninger og forklaringer

De modelleringsprogrammene som ble brukt i oppgaven er AutoCAD og Revit. Disse er velkjente verktøy som gjør modelleringen effektiv og brukervennlig. Siden begge programmene kommer fra samme utgiver, Autodesk, er det enkelt å bruke disse opp mot hverandre. Revit er spesielt utviklet for arkitekter og gjør det enkelt å lage 3D-modeller som gjør visualiseres tydelig (Autodesk Revit, 2024). AutoCAD brukes for å skape 3D-modeller av konstruksjoner og fungerer bra på plantegninger i 2D (Autodesk AutoCAD, 2024).

Disse programmene fungerer som verktøy for visualisering og som informasjonsdeling, slik at all relevant informasjon er samlet på ett sted. AutoCAD ble brukt til å lage 2D plantegningen av modellen basert på mål hentet fra tegninger og fysiske målinger.

2.3 Innføring i informasjonslagring

Informasjonslagring, eller data som det ofte kalles innenfor digitale plattformer, er en avgjørende del av all utvikling og forståelse. Lagring av informasjon har endret seg over tid, men dens viktighet har bare blitt mer fremtredende. Siden data lagres digitalt, er det enklere å dele og finne informasjon (Dvergadal, 2021).

2.3.1 Former for informasjons lagring

Det finnes flere former for lagring, hvorav de fleste er digitale. Datalagring gjennom databaser, filsystemer og skytjenester er eksempler på digitale lagringsformer (Dvergadal, 2021). Disse typene lagring krever lite fysisk plass og kan inneholde store mengder data samtidig. Fysiske former for informasjonslagring inkluderer arkivløsninger der informasjonen lagres fysisk, ofte på biblioteker eller lagringssteder.

2.3.2 Digital datalagring

Digital lagring av data gjør at alle som trenger tilgang kan få det umiddelbart. Ved bruk av denne typen lagring blir tilgangen til informasjon mye mer effektiv, da alle kan få tilgang til den de trenger øyeblikkelig (Johannessen et al., 2016, s. 29). Fordi all informasjon er tilgjengelig digitalt, blir fysisk lagring unødvendig, med unntak av materiale som ikke ønskes tilgjengelig digitalt. Eldre dokumenter eksisterer ofte bare i fysisk form som dette tilfellet er tegninger, og har ikke blitt digitalisert. Gjennom skanning kan fysiske dokumenter gjøres om til digitale versjoner, noe som reduserer plassbehovet, gjør det tilgjengelig for alle, og gir flere kopier (Dvergadal, 2021).

2.3.3 Fordelen av informasjonslagring

Lagring av data fremmer utvikling gjennom tilgang til informasjon som trengs og gjennom læring. Digital lagring kan være begrensende der det er ønsket, samtidig som det kan være åpent der det er nødvendig. Dette sikrer at informasjonen forblir sikker og når riktig mottaker. Siden digitalt materiale ikke tar fysisk plass, er det enkelt å ta med seg og tilgjengelig når som helst (Nätt & Bratbergsengen, 2023).

2.3.4 Teknologiske utfordringer og løsninger

For å kunne gjenbruke materialene eller bygge delen er det viktig å ha informasjon om hvor dette kan befinne seg. Mange hus har tegninger og material data lagret i form av planer. Selv om dette er en form for material data, er det ikke alltid lagret på en god måte. Nye hus har material lister for å ha en oversikt over materialene som går til et hus og er en form for informasjonslagring av material data. Siden dette bare er materailene som kommer til byggeplassen og ikke materialene som faktisk er brukt vil informasjonen ikke være overenstemmig.

Det å bruke hus som materialbanker vil kreve store tiltak for å lagre informasjonen som finnes i huset (Lindheim, 2021, s.2). I eldre hus kan konstruksjonene være av stor forskjell og har ofte blitt forandret med tiden noe som gjør at det blir vanskelig å lagre denne type informasjon. Ved å omgjøre informasjonen som finne fysisk inn på en digital plattform vil det enkelt kunne deles slik at alle kan se endringene. Ved å lagre informasjonen inn i en BIM blir det enkelt å se hvor materialene ligger og man kan se hvordan huset er bygget opp.

Precut er en form for materialer som allerede er kappet noe som gjør at hus blir mer som et bygge sett, her er allerede materialene kappet etter mål og man kontroll på dataen av materialene (Pretre, u.å.).

Det som gjør at dataen som blir innhentet i denne oppgaven så effektiv i videre utvikling er fordi huset og informasjonen er av en standardisert type hus. Det betyr at informasjon som finnes for dette huset stemmer for samme type hus. Huset er et vanlig hus og er utbredt.

2.3.5 Fordeler

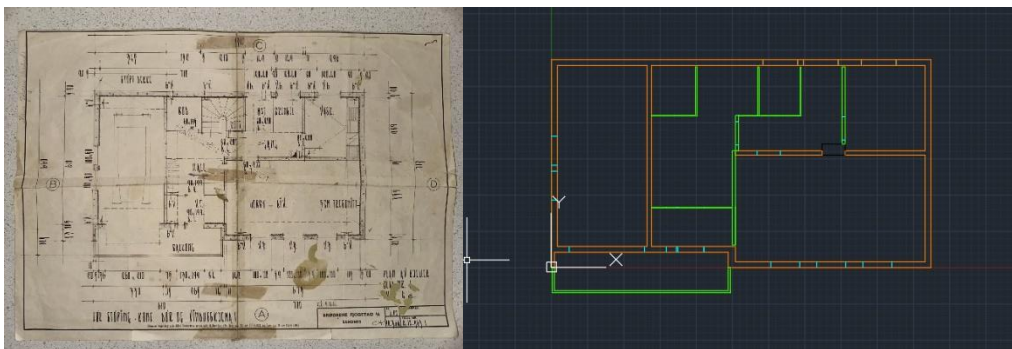
Deling informasjon gjennom modellering er enkelt og effektivt for brukeren og de som arbeider inne i modellen. Endringer gjøres raskt og det er enkelt å skaffe og gi informasjon som er kritisk å få levert. Endringer gjøres enkelt inne i modellen, og alle får tilgangen til

informasjonen rask. Det er viktig at alle får beskjed om endringer som gjøres da dette kan påvirke andres arbeid. Det som er fint med slike modeller er at det vil bli

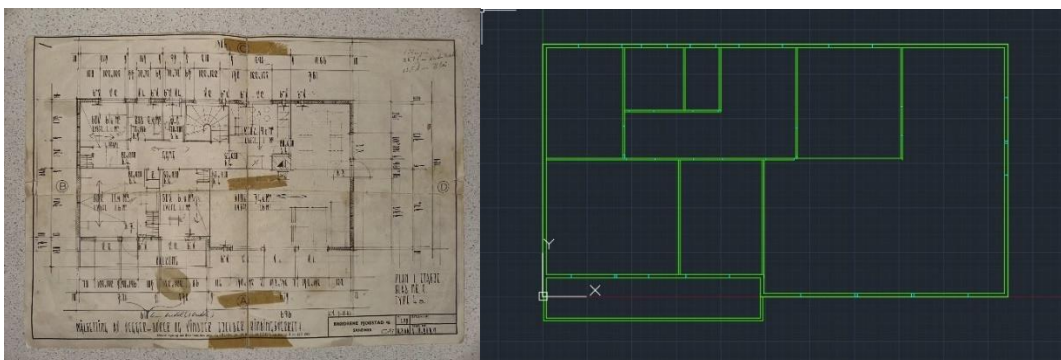
Gjennom informasjon i disse modellene vil man kunne visualisere hvordan bygningen er og hvordan den kan gjøres om. Informasjonene gjør også at man sliper å rive for å finne informasjonen man trenger. I Eldre bygninger er dette vanskelig, da man ikke alltid vet akkurat hva man. Informasjon hvordan kan det brukes for utvikling og bruk av eldre bygninger uten å rive.

2.3.6 Visualisering som virkemiddel

Ved å lagre informasjonen inne i en modell vil det være enkelt å finne frem i bygningen. En modell vil kunne være et virkemiddel for å fremme bruken av husets eksisterende utforming. Siden dette huset er et godt emne for utvikling, vil det å kunne lage forslag til oppussings alternativer. Visualisering vil vise hvordan mulighetene er for endringer kjapt. Siden alt skal gå så fort i dagens samfunn er det viktig å vekke interessen for gjenbruk med slike virkemidler. Siden et bilde er enkelt å forstå trenger ikke interessenten bruke mye energi for å forstå løsningen. Modeller kan gi et godt bilde på effektiviteten av bruk istedenfor tegninger.



Bilde 3 & 4: Sammenligning av fysisk plantegning av 1.etg fra 1966 og modell laget i 2024



Bilde 5 & 6: Sammenligning av fysisk plantegning av 2.etg fra 1966 og modell laget i 2024

2.4 Bakgrunnsinformasjon

Huset er en enebolig og er bygget i 1966. Siden huset at standardene har endret seg flere ganger til i dag. Huset går over to plan med en underetasje med inngangsparti og en overetasje med utgang til veranda. Takformen er av typen Saltak.



Bilde 7: Huset slik som det ser ut i dag

2.4.1 Materialer

Gjennom tegninger og observasjoner er materialene dokumentert for å sikre nøyaktighet med virkeligheten. Siden noen av materialene ikke er synlige, er det viktig å kunne undersøke dem på alternative måter.

For å kunne få lån fra Husbanken måtte husene bygges slik at de oppfylte de gitte kravene (Selberg, 1981, s.5). Tegningene viser dimensjonene på alle deler av huset.

Den nedre etasjen er støpt, og ytterveggene er 200 mm tykke med en påføring på 50 mm på innsiden. Påføringen består av isolasjon og panel. Innerveggene i den støpte delen har en tykkelse på 150 mm og er bærende. Ikke-bærende vegger i underetasjen består av 48 x 48 mm trevirke og er dekket med panel.

Ytterveggene i andre etasje er av 48 x 98mm trevirke, og veggene er fylt med 100mm isolasjon. Innerveggene i overetasjen er også lettvegger av trevirke 48 x 48mm og panel eller plater av tre som er tapetsert, og eller malt.

Standarden for ytterveggene samsvarer ikke med dagens standard og krav for energi. Ettersom huset er bygget på en annen standard enn dagens, vil endringer påvirke huset betydelig.

Derfor er slike hus gunstige å rehabilitere, da utgangspunktet er svært godt for videre utvikling. Siden taket er selvbærende, kan andreetasjen enkelt endres etter ønske. I husets

første etasje er det noen bærevegger som må tas hensyn til. Disse veggene kan ikke endres uten andre tiltak for å sikre bæreevnen. Bæreveggene sikrer at bjelkelaget mellom etasjene ikke blir utsatt for store spenninger.

Ytterveggene i underetasjen er laget av betong, noe som gjør at de tåler vekten fra taket og de belastningene som kommer ovenfra. Betongveggene har forskjellige tykkelser. Det er to typer innervegger i nedre etasje: en type er bærevegger som også er av betong, den andre typen er lettvegger av trevirke, som brukes for å dele rommene.



Bilde 8: Takkonstruksjon

2.4.1 Dimensjonering

Dimensjoneringen av materialene er primært basert på husets belastninger for å sikre stabilitet og sikkerhet. Huset er isolert og vindtett, en observasjon gjort ved fysisk undersøkelse da det ikke har vært mulig å inspisere veggene direkte. Ved å observere hvordan bygningen reagerer, kan man bekrefte at huset er isolert og vindtett. Dette er tydelig merkbart da materialenes egenskaper som bidrar til husets isolasjon er svært viktige og effektive, noe som kan merkes innendørs. Tegningene indikerer isolasjon i veggene, men viser ikke lagene med plast eller papp, da disse lagene er små og ikke er spesifisert på tegningene. Tegningene gir heller ingen beskrivelser av materialene som brukes, bortsett fra de som vises direkte på arbeidstegningene. Tegningene viser dimensjonene og tykkelsene på veggene, samt tykkelsen på bjelkelaget. Dette er viktig informasjon hvis huset skal ombrukes, enten det skal rehabiliteres, gjenbrukes, eller gjennvinnnes. Informasjonen om materialenes egenskaper og tilstand er avgjørende for videre bruk.

2.4.2 Utførelse

Det er vanskelig å kontrollere utførelsen av arbeidet da mye av dette er skjult og ikke synlig. Man kan anta hvordan arbeidet har blitt utført basert på historiske byggemetoder. På 1960-tallet ble arbeidet utført noe annerledes enn i dag, på grunn av forskjellige forskrifter og krav til bygging på den tiden. En annen faktor som påvirket utførelsen, var verktøy. Siden elektriske verktøy var lite utbredt på den tiden, tok arbeidet lengre tid, og andre teknikker ble benyttet. Norge hadde standarder, forskrifter og lover på den tiden som sikret at husene var bygget for å tåle påkjenninger og beskytte beboerne. Siden kravene for energieffektivitet har endret seg, har dimensjoneringen av husene fulgt etter. Selv om dimensjoneringen har blitt forandret har utførelsen og metoden for å bygge vært relativt lik som i dag (Dibk, 2022). Endringer har skjedd ikke bare i dimensjoneringen, men også i bruk av verktøy. Moderne hus har flere tekniske krav som må oppfylles, noe som øker arbeidsmengden, men effektive verktøy gjør byggingen mer effektiv. Nøyaktigheten i byggeprosessen har ikke endret seg.

2.4.3 Endringer

Huset har beholdt sin opprinnelige form, men det har blitt lagt til en veranda med overbygg, som har forlenget taket. Garasjen er omgjort til et oppholdsrom med inngang fra innsiden av huset. Garasjeporten er fjernet, og en trekonstruksjonsvegg med vinduer har blitt bygget. Ingen av endringene har svekket bæreevnen.



Bilde 9: påbygg

Det er flere problemer knyttet til endringer. En standardmodell kan ikke være nøyaktig lik for alle bygninger av samme type, da byggemetoden kan variere og endringer kan ha blitt gjort. Dette gjelder også for denne oppgaven, der bygningen som undersøkes ble tegnet i 1966. Mange av disse husene har blitt oppgradert med tekniske forbedringer, tilbygg eller romendringer. Tekniske forbedringer kan omfatte utskifting av vinduer, isolering, oppussing av bad og kjøkken, samt installasjon av energikilder som peis.

2.5 Husbanken

2.5.1 Historie

Husbanken ble stiftet i 1946 etter krigen for å bygge boliger siden bolig mangelen var stor og det trengtes sterkt et økt antall med boliger (Nyhus, 2024). For å sikre boliger som var gode nok ble det satt krav til bygningene og gjennom utførelse og materialer. For at husene ikke brukte unødvendige materialer og heller ikke sparte på de ble det satt en standard for disse husene (Selberg, 1981, s.5). Denne standardiseringen av hus gjorde at byggemetodene ble mer samkjørte og hus kunne bygges fortere og mer økonomisk. Siden det var stor mangel av boliger etter krigen, måtte det bli gjort en effektiv økning i antall hus

2.5.2 Lån

På 1970 tallet hjalp husbanken med å finansiere nær 75 prosent av alle boliger i Norge (Martens, 2023). I 1966 ga husbanken lån til 19.700 leiligheter og 3.200 hybler uten kjøkken (Den Norske Stats Husbank, 1966, s. 4 pdf.). Det var lånegrunnlag for slike bygninger som det at hus maksimalt fikk være 100m² (Martens, 2023).

2.5.3 Lov om husbanken

Lov om Den Norske Stats Husbank tredde i kraft den 1.mars.1946. Lov-en ble opphevet og er nå Lov om husbanken som ble opprettet i 2010 (Lovdata, 1946).

Lov om Husbanken skal gi bestemmelser om forvaltning av bostøtte, tilskudsordninger og boliglån (Lov om Den Norske Husbank, 1946, § 1-8). Denne loven er viktig for husbankens eksistens og for å sikre at betingelsene er rettferdige, slik at de som trenger støtten får den. Det er viktig at ikke loven blir utnyttet. Siden husbanken skal sikre hus boliger for de som har begrensede ressurser, er det viktig å ta vare på det som allerede eksisterer.

3 Metode

3.1 Beskrivelse

Denne oppgaven er en Case-studie med tilnærminger til empiri (Johannessen et al., 2016, s. 25). Ved bruk av observasjoner og datainnhenting har det blitt dannet en bygningsinformasjonsmodell som viser funnene i tillegg til denne rapporten. I oppgaven har tegninger blitt brukt i tillegg til fysiske undersøkelser. Oppgaven tar for seg en enebolig som står fritt fra slutten av 60 tallet. Det er en beboer i huset som har sagt seg villig til å at det blir gjort undersøkelser og målinger av bygningen. Beboeren har også funnet originale tegninger som oppgaven har fått lov å ta utgangspunkt av. Det har også blitt fortalt forskjellige endringer av huset og hvordan det har blitt bygget. Påliteligheten av denne informasjonen blir diskutert i delen om pålitelighet.

Tegningene har mål og viser godt hvordan huset er bygget opp. For å sjekke om dette stemmer, må fysiske undersøkelser gjøres. De fysiske undersøkelsene gjøres gjennom fysisk måling med måleinstrumenter og syn. Det har også blitt tatt bilder som viser validiteten av undersøkelsene. Selve bygningsinformasjonsmodellen er laget i Revit og AutoCAD. Modellen skal være åpen slik at den kan brukes i videre arbeid.

Siden tegningene ble brukt fra starten av prosjektet var det det som ble brukt som utgangspunkt. Videre ble det undersøkt at dette stemte ved de fysiske målingene. Etter som dette ble gjennomgått kunne videre modellering og studier gjennomføres.

Dataen ble analysert i den form at det har blitt gjennomgått og sjekket på fire måter: Fysiske tegninger med mål, fysiske målinger, visuelle observasjoner og beskrivelser i form av tale (Johannessen et al., 2016, s. 29).

For å sikre deltagerens hensyn har det blitt informert om oppgavens ide og hvilke undersøkelser som skal gjøres. I tillegg har det blitt informert at oppgaven er gjort for NTNU og at oppgaven og informasjonen kan brukes i videre arbeid. Samtykke skjema har blitt tildelt og underskrevet.

For at ikke oppgaven skal bli for lang har kun et hus blitt tatt til følge. Siden huset er et standardisert hus vil det som gjøres i oppgaven brukes på flere plasser. Oppgaven tar kun for seg lagring av informasjonen og lager en modell uti i fra dette.

3.1.1 Material og konstruksjons data

Siden oppgavens handling er informasjonslagring er det viktig å forklare hvilke funn som har blitt gjort og hvordan dette lagres. Gjennom observasjoner, tegninger og samtaler har informasjonen blitt innhentet. For å vise informasjonene på en enkel og god måte har det blitt laget to modeller. En modell av huset slik som det fremstår i dag og en modell av hvordan huset var da det første gang ble bygget. Ved å lagre informasjonen i en modell vil det bli dannet en visuell versjon av huset. Det å kunne se å trykke rundt i modellen vil gjøre at informasjon om bygge deler og materialer enkelt kunne vises for brukeren. Det å lagre informasjon på et sted vil være smart siden det man ser etter av informasjon finnes på det stedet.

3.2 Case-studie og kvalitativ forskningsmetode

Denne studien benytter en case-studie, også kjent som kasusstudie eller eksempelstudie (Wæhle et al., 2020). Metoden innebærer en detaljert undersøkelse av én enkelt enhet. Vanligvis fokuserer en case-studie på ett tilfelle eller én enhet for å oppnå inngående kunnskap og helhetlig forståelse av det aktuelle fenomenet (Wæhle et al., 2020). I denne studien er case-studien valgt for å gå i dybden på det spesifikke tilfellet som undersøkes. I dette tilfellet har et eldre standard hus blitt valgt som objekt for informasjonslagring. Informasjonslagringen skal støtte opp om ombruk av husets kvaliteter.

Case-studier baserer seg ofte på kvalitative tilnærminger, noe som gjør det mulig å fange opp nyanser og komplekse sammenhenger som ikke nødvendigvis kan måles kvantitativt (Wæhle et al., 2020).

3.2.1 Datainnsamling og prosedyre

Datainnsamlingen ble utført ved å anvende en observasjonell og kvalitativ tilnærming for å skape en grundig forståelse av den undersøkte eneboligen (Johannessen et al., 2016, s. 95). Følgende metodiske tilnærminger ble benyttet:

Identifikasjon av passende hus

For å starte prosessen ble det nødvendig å finne et hus som matchet oppgavens krav og spesifikasjoner. Gjennom søk etter ulike typer standardhus ble et hus funnet som nærmet seg beskrivelsen av et passende objekt for oppgaven.

Kontakt med eier

Personen som eide huset ble kontaktet, og formålet med oppgaven samt behovet for nødvendig informasjon ble kommunisert. Et møte ble arrangert for å diskutere oppgavens spesifikasjoner og for å innhente relevante tegninger og data.

Originaltegninger som utgangspunkt

Studien startet med en grundig analyse av originaltegninger av boligen for å etablere et solid fundament for videre forskning.

Fysiske undersøkelser og visuell observasjon

Det ble gjennomført grundige fysiske undersøkelser av boligen ved hjelp av måleinstrumenter, i tillegg til visuell observasjon for å identifisere eventuelle endringer eller avvik fra de opprinnelige tegningene.

Bidrag fra beboeren

En nøye utvalgt beboer i boligen, som hadde gitt samtykke til undersøkelsene, delte verdifull informasjon om boligens historikk, inkludert eventuelle modifikasjoner eller tillegg. Dette tilførte en kvalitativ dimensjon til forskningen, og bidro til en dypere forståelse av boligens kontekst.

Billedokumentasjon

For å støtte og validere de kvalitative observasjonene, ble det nøye dokumentert gjennom fotografering av relevante områder og detaljer i boligen. Dette sikret en grundig dokumentasjon av boligens tilstand og bidro til å understøtte forskningsfunnene.

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM)

Basert på den kvalitative informasjonen samlet inn gjennom observasjonelle tilnærminger, ble det utviklet en omfattende bygningsinformasjonsmodell ved hjelp av avansert programvare som Revit og AutoCAD. Denne modellen tilbød en visuell representasjon av boligens struktur og layout basert på den kvalitative datainnsamlingen.

Gjennom disse observasjonelle og kvalitative tilnærmingene ble det oppnådd en dypere forståelse av den undersøkte eneboligen, som dannet grunnlaget for den videre analysen og tolkningen i studien.

Innhenting av ytterligere informasjon

En ny runde med samtaler og observasjoner ble gjennomført for å sikre fullstendig forståelse av husets nåværende tilstand og egenskaper.

Sammenligning med byggeforskrifter

Modellen av huset ble analysert opp mot gjeldende byggeforskrifter for å sikre overensstemmelse. Eventuelle avvik eller mangler ble identifisert og dokumentert.

Rapportskriving

Rapporten skrevet basert på de innsamlede dataene og modellene som ble utviklet. Resultatene ble presentert slik at informasjonen var konsistent med observasjoner og funn gjort gjennom prosessen.

3.3 Avgrensninger

For å avgrense omfanget av denne studien har det blitt nøye vurdert hvilke metoder som vil bli benyttet og hvilke typer data som vil bli samlet inn. Følgende avgrensninger er blitt identifisert:

3.3.1 Begrensning til en type standard hus: Studien fokuserer utelukkende på observasjoner og datainnsamling knyttet til en bestemt type standard hus. Selv om dataene er hentet fra ett spesifikt hus, forventes resultatene å være representative for hus av samme type.

3.3.2 Begrensninger i målinger og beregninger: Målingene som utføres under studien kan avvike med noen centimeter fra de opprinnelige tegningene. Mens målingene er generelt nøyaktige, er det små forskjeller mellom faktiske mål og tegningene. Det gjøres ingen matematiske beregninger i studien.

3.3.3 Begrensning til to modeller: Det blir kun utviklet to modeller i studien: en av det opprinnelige bygget og en av bygget slik det fremstår i dag. Disse modellene vil vise eventuelle endringer som har blitt gjort over tid.

3.3.4 Begrensninger knyttet til bærekraftsspørsmål: Selv om studien tar opp spørsmål om bærekraft, er det viktig å merke seg at dette ikke er hovedfokuset. Likevel vil det være viktig å knytte oppgavens relevans innenfor bærekraft og miljø til studiens kontekst og målsetninger.

Ved å avgrense studien på denne måten, kan fokuset holdes klart og resultatene kan være mer relevante og anvendbare innenfor den angitte rammen.

3.4 Utvalg

3.4.1 Målgruppe

Denne oppgaven retter seg mot flere ulike målgrupper. Hovedformålet med oppgaven er å lagre informasjon om et standardisert hus, noe som kan være nyttig for alle som trenger slik informasjon. Dette inkluderer individer og organisasjoner som ønsker å utvikle eller renovere eldre boliger, samt de som er interesserte i å kartlegge materialdata for slike bygninger.

Deltakerne i denne oppgaven inkluderer beboeren av huset, som besitter omfattende teknisk kunnskap og praktisk erfaring med bygningen.

3.4.2 Språk

For å forbedre tekstens klarhet og flyt, er kunstig intelligens (KI) anvendt som et hjelpemiddel for språkvask. Verktøyet som er brukt i denne oppgaven, er ChatGPT. Bruken av KI er begrenset til språklige forbedringer og har ingen innvirkning på oppgavens troverdighet eller innhold. KI bidrar til å gjøre teksten mer lesbar og konsistent.

3.5 Pålitelighet av data

Kvaliteten på dataen som er anvendt i denne studien er grundig vurdert med tanke på pålitelighet. Informasjonen som er benyttet, er primært hentet fra eksisterende tegninger og har blitt sammenlignet med observerte forhold på stedet. Disse tegningene er utarbeidet av fagfolk og representerer en nøye dokumentasjon av strukturelle elementer og utforming av bygningene. I tillegg til den fysiske informasjonen stemmer dette overens med informasjonen som ble gitt fra beboeren. Dette styrker påliteligheten av dataen.

For å sikre påliteligheten av dataene, ble fysiske målinger av selve bygningene utført og sammenlignet med informasjonen presentert i tegningene. Observasjonene ble nøye dokumentert og sammenlignet med tegningene for å bekrefte overensstemmelse.

Et utfordrende aspekt ved påliteligheten av dataen er knyttet til endringer som kan ha blitt gjort på bygningene over tid. Selv om beboeren oppgir at huset er slik det fremstår på

tegningene samsvarer med den opprinnelige konstruksjonen, kan det ha vært endringer som påvirker nøyaktigheten av denne sammenhengen. Siden dette er av en type standard hus vil denne informasjonen Geografiske forskjeller og variasjoner byggeteknisk i slike hus kan også påvirke utførelsen av bygningene, spesielt med tanke på isolasjon og festemetoder.

Selv om dataen er grundig vurdert og sammenlignet, er det viktig å være oppmerksom på mulige forskjeller mellom de faktiske forholdene og informasjonen som presenteres i tegningene. Disse forskjellene kan påvirke påliteligheten av resultatene og må tas i betraktning i tolkningen av funnene.

3.6 Relevant

3.6.1 Relevans av ombruk i prosjektering av bygg

Økende fokus på ombruk av bygningsmaterialer representerer en viktig retningsendring i fremtidig prosjektering av bygg. For å fremme ombruk av eldre boliger og infrastruktur er det nødvendig å utvikle en visuell forståelse av potensielle bruksområder for disse strukturene. Ved å anvende data og visjonære modeller, kan vi skape et bilde av hvordan bygninger kan rehabiliteres og tilpasses nye formål, i stedet for å rives og erstattes med nybygg. Dette vil øke relevansen av rehabilitering som et bærekraftig alternativ til nybygging.

3.7 Etikk

3.7.1 Respekt for deltakere

I denne studien har det blitt lagt stor vekt på å ivareta deltakernes rettigheter og velvære (Johannessen et al., 2016, s. 83). Før studien ble gjennomført, ble det innhentet samtykke fra beboerne i huset, som signerte en erklæring om deltakelse. Personvern og konfidensialitet ble nøye ivaretatt, og deltakernes personlige informasjon ble beskyttet.

Beboerne har blitt behandlet med respekt gjennom hele forskningsprosessen, og det har blitt lagt vekt på å sikre at de har blitt informert om formålet med studien og hva deltakelsen ville innebære. De har hatt muligheten til å gi innspill og tilbakemeldinger underveis, og deres ønsker og behov har blitt respektert.

All kommunikasjon med beboerne har vært direkte og live, uten noen form for lagring av dialog eller informasjon annet enn samtykkeerklæringen. Dette har bidratt til å sikre at deltakernes personvern og fortrolighet har blitt ivaretatt på en adekvat måte.

Det er ingen risikoer forbundet med deltakelsen i denne studien, og beboerne har blitt forsikret om at deres deltakelse er frivillig og kan trekkes tilbake når som helst uten konsekvenser.

3.7.2 Samarbeid med NTNU og kreditering av kilder

Denne studien er gjennomført i samarbeid med NTNU, og deltakerne har blitt informert om dette samarbeidet. Alle kilder som er benyttet i studien vil bli korrekt kreditert og referert til i teksten, og det vil bli fulgt nøye med på akademiske retningslinjer for sitering og kreditering.

4 Resultat

I denne oppgaven har observasjoner vært en stor del av hvordan dataen har blitt samlet inn. Ved hjelp av gamle tegninger vises det hvilke materialer og bygge metoder som er brukt. For å forsikre at informasjonen stemmer har observasjonen vært viktig for å bekrefte funnene. Siden dette stemmer overens med hverandre vil informasjonen være pålitelig. Beboeren har også kommet med muntlig informasjon som videre støtter opp om dataene. Det har vært viktig å forsterke disse kildene da ikke alt informasjonen kan forsikres gjennom observasjoner eller målinger. Materialene innvendig i byggets deler kan ikke bekreftes, men har stor troverdighet slik at modellen fortsatt kan gi en god og sikker informasjon.

Informasjonen og dataen som er hentet inn gir et godt bilde på hvordan bygningen har blitt oppbygget og hvilke endringer som har blitt gjort oppgjennom husets levetid. Dette gjør at Modellen er kvalitet sikret slik at den kan brukes i videre studier.

Selv om, noe av materialene er vanskelig å undersøke da dette er gjemt inne i vegger, gulv eller i taket vil observasjoner og tegninger kunne gi en god antagelse av byggemåte og materialer ved bruk av tegninger og historikk. Noen observasjoner har blitt gjort for å prøve å bekrefte materialene inne i huset. Gjennom fysisk å kjenne på bygge delene for å vite om huset er isolert og vindtett. Det har også blitt testet om lyd blir redusert slik noe som støtter opp tegningenes informasjon. Beboeren har også bekreftet at det er isolert i ytter- og innervegger.

Siden en stor del av oppgaven er BIM-ene vil informasjonen som er samlet inn ligge der. Dette er viktig å få frem da dette er dette bidrar til oppgavens skriftlige del.

Det er laget to modeller, en av det eksisterende bygget slik som det ser ut i dag og et for hvordan det så ut da det først ble bygget. Dette er for å vise endringene som har blitt gjort og hvilke måter dette påvirker informasjonslagringen på.

Historiske metoder for informasjonslagring er vanskeligere å bekrefte og sikre god kvalitet av data, men er en viktig del av det å forstå bygget.

Fysiske målinger og observasjoner gjør informasjonen sikrere og dataen kan bli bekrefter noe som støtter opp den historiske metoden for informasjonslagring.

5 Drøfting og analyse

5.1 Innhenting av informasjon

Innhenting av informasjon er en viktig del for å styrke ombruk av bygninger. Dette gjelder for alle typer gjenbruk. Det å lagre all dataen i en bygningsinformasjonsmodell gjør det å finne frem og holde styr på informasjonen enkelt.

Det å lage en visuell modell hjelper for å vekke interessen og se muligheter bedre. For å fremme ombruk av bygningens resurser vil det være viktig å belyse hvilke tiltak som kan gjøres og hvilke betydninger dette har.

Ved hjelp av tegninger og observasjoner har det blitt dannet en god modell, siden huset er i bruk og ikke skal rives er det vanskelig å bekrefte alle materialer og løsninger gjort i huset. Siden de observasjonene som har blitt gjort stemmer med tegningene, vil det med styrke tegningenes kvalitet. Derfor anslås informasjonen fra tegningene å stemme.

Siden det som ikke kan nås eller sees, slik som inne i vegger, gulv og tak vil ikke dette være helt sikker, noe som gjør at troverdigheten til modellen er svekket.

Samtaler med beboeren har vært en kilde til informasjon, siden informasjonen stemmer med observasjonene og tegningene gjør det at informasjonen er styrket. Siden ikke all informasjonene som blir gitt fra beboeren kan sjekkes, vil også dette være en svak kilde til informasjon. Informasjon gitt fra beboeren er kun brukt der dette er mulig å bekrefte.

Vanskelig å finne eldre standarder i utførelse slik som de eldre standardene. De Norske standardene finnes ikke på nett trolig for at de er såpass gamle at de ikke har vært grunn til å overføre disse til en digitalplattform. Nye standarder som er bedre har tatt over.

Bygningene bruker samme tegning når de blir bygget noe som i utgangspunktet gjør at de skal være like. Siden bygningene er laget på en måte der veggene enkelt kan flyttes vil det være mulighet for endringer som ikke svekker bygget bæring. Derfor kan bygningene ha forskjellig utgangspunkt. Dette kan også gjelde i form av geografiske ulikheter.

Det burde ha vært laget en modell der huset hadde vært oppgradert slik at det kunne vise hvilke løsninger og forbedringer som kunne gjort bygget mer attraktivt. Ved bruk av en visuell modell kunne det ha blitt vist hvor estetisk fint det kunne ha blitt. Siden estetikk er et viktig

virkemiddel i å vekke interesse ville en modell av dette være lurt. Siden det å lage en slik modell vil ta tid har det ikke blitt prioritert. Dette vil være en god mulighet for videre arbeid.

Samtidig må det erkjennes at det er utfordringer knyttet til nøyaktigheten av informasjonen som samles inn. For eldre bygninger kan det være vanskelig å verifisere eksisterende materialer og konstruksjonsmetoder, spesielt når det gjelder elementer som er skjult inne i vegger, gulv og tak. Dette kan påvirke nøyaktigheten og påliteligheten til BIM-modellen

5.2 Forbedringer

Noen løsninger for oppgradering av eldre bygninger inkluderer etterisolering, utskifting av vinduer og installasjon av ulike energikilder. Isolering kan gjøres ved å legge til isolasjon på veggene, både på innsiden og utsiden. Det kan også isoleres i taket. En effektiv metode for isolering er å blåse inn isolasjon. Dette er en effektiv måte å isolere tak på og gir store forbedringer i energieffektivitet. Varme stiger, og ved å isolere taket holder varmen seg bedre inne. Vegger kan også blåses inn med isolasjon, noe som er en god metode fordi det gir få glipper og dermed små kuldebroer.

Forbedringer av eldre bygninger viser tydelig at det finnes mange tiltak som kan implementeres for å øke energieffektiviteten og redusere miljøpåvirkningen. Etterisolering og utskifting av vinduer er relativt enkle tiltak som kan ha stor effekt. Spesielt bruk av innblåst isolasjon er en kostnadseffektiv metode som kan redusere varmetapet betydelig. Dette understreker viktigheten av å vurdere både kortsiktige og langsiktige fordeler ved oppgraderinger. Det er også viktig å vurdere økonomiske insentiver og støtteordninger som kan gjøre det mer attraktivt for boligeiere å gjennomføre slike oppgraderinger. Dette kan inkludere tilskudd, lån med gunstige betingelser, eller skattefordeler. Ved å fremheve de økonomiske fordelene ved energieffektivisering kan man øke interessen og viljen til å investere i slike tiltak.

5.3 BIM

Ved bruk av tegninger kan mye informasjon hentes ut, inkludert mål og dimensjoner som viser hvordan huset ser ut. Selv om tegningene er detaljerte, kan ikke alle detaljer bekreftes. Fysiske observasjoner er viktige for å styrke påliteligheten til tegningene. Befaringer viser hva som

stemmer overens med tegningene, og kan avdekke endringer som er gjort over tid. Dette styrker tegningenes pålitelighet. Samtaler med beboeren gir også innsikt i husets historie og endringer som er gjort. Selv om ikke all informasjon fra beboeren kan bekreftes, gir det en indikasjon på husets tilstand.

Bruken av BIM i forbindelse med rehabilitering og ombruk av bygninger illustrerer tydelig hvordan teknologien kan bidra til å samle og verifisere informasjon på en effektiv måte. BIM-modeller kan være et kraftig verktøy for å visualisere bygningens tilstand og potensielle forbedringer. Dette kan være særlig nyttig i kommunikasjon med ulike interessenter, inkludert boligeiere, investorer og bygningsmyndigheter. En av de store fordelene med BIM er muligheten til å utføre virtuelle befaringer og analyser før noen fysiske endringer blir gjort. Dette kan spare både tid og penger ved å identifisere potensielle problemer på forhånd. Samtidig må man være klar over begrensningene ved teknologien, spesielt når det gjelder informasjon som ikke kan verifiseres gjennom direkte observasjon. Dette gjelder spesielt for eldre bygninger hvor originaldokumentasjon kan være mangelfull eller upålitelig.

Oppsummert viser diskusjonen at mens BIM gir mange fordeler i prosessen med ombruk og rehabilitering av bygninger, er det fortsatt viktig å kombinere denne teknologien med tradisjonelle metoder for å sikre nøyaktig og pålitelig informasjon. Videre forskning og utvikling innenfor området kan bidra til å overvinne dagens begrensninger og øke nøyaktigheten og anvendeligheten av BIM i byggenæringen.

6 Konklusjon

Gjennom observasjoner, samtaler og dokumenter vil informasjonen som finnes i modellen være god nok til å brukes i videre arbeid og forskning. Det å danne en modell ut ifra denne informasjonen gjør at dataen blir enklere å forstå og den har potensiale for videre utvikling. Observasjoner stemmer overens med tegningene og samtalene, Derfor kan det konkluderes med at informasjonen stemmer.

Informasjonen om bygningen vil gi et godt bilde av hvordan huset er bygget opp og hvilke materialer som er brukt. Huset utforming og oppbygning gir et godt grunnlag for gjenbruk. Pålitelighet og dokumentasjon er en viktig del av å oppgaven mål å sikre.

Målet med denne oppgaven har vært å lagre informasjon om et standardisert hus for å fremme gjenbruk. Det videre arbeidet er viktig for å kunne sikre ombruk på en bedre. Vider arbeid for å fremme ombruk kan vær forskjellige løsninger for rehabilitering og modellere dette inn modellen slik at et visuelt bilde blir dannet, noe som kan gi økt interesse.

7 Videre forskning

Denne oppgaven gir grunnlag for videre forskning både i form av utvikling av ulike løsninger innenfor gjenbruk og rehabilitering.

Bygnings informasjons modellen har stor stort potensiale for å øke forståelsen av eldre hus og hvilke byggemetoder som ble brukt før. Modellen skal være tilgjengelig for å brukes i videre forskning. Siden dette bygget, er et standard hus finnes det mange av dette type bygget rundt om i landet. Ved å ha en base modell vil informasjonen være en base for utvikling av slike bygninger.

Det som kan være en svakhet er det at bygg fra slutten av 60 tallet ofte har blitt endret på en eller flere ganger noe som gjør at modellen ikke stemmer overens med modellen. Dette stemmer også for huset denne oppgaven har tatt for seg. Hoved bygget er ofte det samme slik at de viktigste delene i huset er uforandret fra den originale, noe som gjør at modellen fortsatt kan være relevant for disse bygningene.

Det kan være interessant å lage en videre utviklet utgave av modellen får å se hvordan bygningen kan forbedres i form av tekniske løsninger og energi besparende tiltak.

Litteraturliste

Autodesk. (u.å.). *Building information modeling*. Autodesk. Hentet fra autodesk.com: <https://www.autodesk.com/solutions/aec/bim>

Autodesk AutoCAD. (2024). *Autodesk AutoCAD: Design- og tegneprogramvare som millioner av brukere stoler på*. Hentet fra autodesk.no: <https://www.autodesk.no/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Autodesk Revit. (2024). *Autodesk Revit: BIM-programvare for design og utforming av hva som helst*. Hentet fra autodesk.no: <https://www.autodesk.no/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Den Norske Stats Husbank. (1966). *Årsstatistikk 1966*. Den Norske Stats Husbank. Hentet fra biblioteket.husbanken.no: https://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/2180/aas_1966.pdf

Dibk. (2022, 1.7). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning-Kapittel 14 Energi*. Direktoratet for byggkvalitet. Hentet fra dibk.no: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-1>

Dvergdal, H. (2021, 1.12). *digitalisering*. Snl. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/digitalisering>

Hansen, G. K. (2024). *Bygg og anlegg*. Snl. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/.taxonomy/1504>

Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.) Abstrakt

Kvellheim, A. K. & Stoknes, S. (2020, 28.5). *Fremtidens bygg skal demonteres og ikke rives*. Teknisk Ukeblad. Hentet fra tu.no: <https://www.tu.no/artikler/fremtidens-bygg-skal-demonteres-og-ikke-rives/492857>

Lindheim, K. (2021). *Lønnsomhet ved bygninger som materialbanker*. Masteroppgave i Bygg- og Miljøteknikk. Hentet fra ntnuopen.ntnu.no: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmloi/handle/11250/2976435?locale-attribute=no>

Lovdata, (1946). *Lov om Den Norske Stats Husbank*. Hentet fra lovdata.no: <https://lovdata.no/dokument/NLO/lov/1946-03-01-3>

Lov om Den Norske Husbank. (1946). *Lov om Den Norske Husbank: Formål og organisasjon*. Lovdata. Hentet fra lovdata.no: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-05-29-30?q=husbanken>

Martens, J.-D. (2023, 24.11). *Husbanken (historie)*. Snl. Hentet fra snl.no: https://snl.no/Husbanken_-_historie

Nätt, T. H. & Bratbergsengen, K. (2023, 11.12). *lagringsmedium*. Snl. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/lagringsmedium>

Nilsen, H. R. (2023, 27.2). *Sirkulær økonomi*. Store Norske Leksikon. Hentet fra snl.no: https://snl.no/sirkul%C3%A6r_%C3%B8konomi

Nilsen, T. T. (2023, 14.12). *Riveparadokset*. Arkitektur. Hentet fra arkitektur.no: <https://www.arkitektur.no/aktuelt/miljoe/riveparadokset/>

Nitter, K. (2020, 7.12). *De mest bærekraftige byggene finnes allerede*. Gemini. Hentet fra gemini.no: <https://gemini.no/2020/12/de-mest-baerekraftige-byggene-finnes-allerede/>

Nyhus, E. K. (2024, 26.02). *Husbanken*. Snl. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/Husbanken>

OPPTRE. (2018). *Om OPPTRE*. OPPTRE. Hentet fra opptre.no: <https://opptre.no/tema/>

Persvold, A. Z. (2021, 26.2). *resirkulere*. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/resirkulere>

Pretre. (u.å.). *Precut*. Pretre. Hentet fra pretre.no: <https://www.pretre.no/precut/>

Sandberg, E. & Kvellheim, A. K. (2021). *Ombruk av byggematerialer: Markeder, drivere og barrierer*. (SINTEF Notat). Sintef. Hentet fra sintef.brage.unit.no: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2828094/SINTEF%2bNotat%2b%2b40.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Selberg, K. (1981). *Husbanken former Norge: Den Norske Stats Husbank - innflytelse på arkitektur og tettstedsutvikling 1946-1980*. Hentet fra nb.no: https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2017092805016?page=17

Sintef, (u.å.). *Sirkulærøkonomi i bygg og anlegg*. Sintef. Hentet fra sintef.no: <https://www.sintef.no/fagomrader/byggematerialer/sirkularokonomi-i-byggenaringen/>

Sintef. (2014). *Livsløpsvurdering (LCA) av byggevarer og bygninger. Innføring og begreper.*

Sintef. Hentet fra byggforsk.no:

https://www.byggforsk.no/dokument/205/livsloepsvurdering_lca_av_byggevarer_og_bygninger_innfoering_og_begreper?pk_campaign=DSA&pk_kwd=&pk_source=google&pk_medium=cpc&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw6auyBhDzARIsALIo6v8S8XdGqKQSowEOa42eNOkk35YPHpN8-iuiKYzSMETTvwHuzop6BAQaAoidEALw_wcB

Sirken. (u.å.). *Hva er forskjellen mellom ombruk og gjenbruk?*. Hentet fra sirken.no:

<https://sirken.no/node/77>

Sirkula. (u.å.). *Hva avfallet blir til.* Sirkula. Hentet fra sirkula.no:

<https://www.sirkula.no/artikler/hva-avfallet-blir-til/>

Tekna. (2021). *Aktuell forskning innenfor bygg- og anleggsbransjen.* Hentet fra tekna.no:

<https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/aktuell-forskning-innenfor-bygg--og-anleggsbransjen/>

Wæhle, E., Dahlum, S. & Grønmo, S. (2020, 14.05). *case-studie.* Snl. Hentet fra snl.no:

<https://snl.no/case-studie>

Figur

Bilde 1: BIM laget ut fra eksisterende bygning i dag gjennom tegninger og observasjoner.....	5
Bilde 2: BIM av bygningen slik som den opprinnelig var etter tegninger og forklaringer	6
Bilde 3 & 4: Sammenligning av fysisk plantegning av 1etg fra 1966 og modell laget i 2024 ...	9
Bilde 5 & 6: Sammenligning av fysisk plantegning av 2etg fra 1966 og modell laget i 2024 ...	9
Bilde 7: Huset slik som det ser ut i dag	10
Bilde 8: Takkonstruksjon	11
Bilde 9: påbygg	12

Vedlegg

Deklarasjon om KI-hjelpemidler

Har det i utarbeidningen av denne rapporten blitt anvendt KI-baserte hjelpemidler?

Nei

Ja

Hvis ja: spesifiser type av verktøy og bruksområde under.

Tekst

Stavekontroll. Er deler av teksten kontrollert av:
Grammarly, Ginger, Grammarbot, LanguageTool, ProWritingAid, Sapling, Trinko.ai eller lignende verktøy?

Tekstgenerering. Er deler av teksten generert av:
ChatGPT, GrammarlyGO, CopyAI, WordAI, WriteSonic, Jasper, Simplified, Rytr eller lignende verktøy?

Skriveassistanse. Er en eller flere av ideene eller fremgangsmåtene i oppgaven foreslått av:
ChatGPT, Google Bard, Bing chat, YouChat eller lignende verktøy?

Hvis ja til anvendelse av et tekstverktøy - spesifiser bruken her:

Brukt Chat GPT til språkavask og forbedring av teksten.

Kode og algoritmer

Programmeringsassistanse. Er deler av koden/algoritmene som i) fremtrer direkte i rapporten eller ii) har blitt anvendt for produksjon av resultater slik som figurer, tabeller eller tallverdier blitt generert av: *GitHub Copilot, CodeGPT, Google Codey/Studio Bot, Replit Ghostwriter, Amazon CodeWhisperer, GPT Engineer, ChatGPT, Google Bard* eller lignende verktøy?

Hvis ja til anvendelse av et programmeringsverktøy - spesifiser bruken her:

Bilder og figurer

Bildegenerering. Er ett eller flere av bildene/figurene i rapporten blitt generert av:
Midjourney, Jasper, WriteSonic, Stability AI, Dall-E eller lignende verktøy?

Hvis ja til anvendelse av et bildeverktøy - spesifiser bruken her:

Andre KI verktøy. har andre typer av verktøy blitt anvendt? Hvis ja spesifiser bruken her:

Jeg er kjent med NTNUs regelverk: Det er ikke tillatt å generere besvarelse ved hjelp av kunstig intelligens og levere den helt eller delvis som egen besvarelse. Jeg har derfor redegjort for all anvendelse av kunstig intelligens enten i) direkte i rapporten eller ii) i dette skjemaet.

Olav Vesterås / 13.05.2024 / Gjendrum

Underskrift/Date/Sted

Samtykkeerklæring for deltakelse i Bacheloroppgave

Dette er et skjema for samtykke av bidrag i bacheloroppgaven min. skjemaet skal vise til formål, problemstilling, videre forskning, og deltagelse.

Formål

Oppgaven skal bidra til en mer bærekraftig byggenæring i form av ombruk. Gjennom informasjonslagring og modellering i 3D ved hjelp av BIM verktøyene Revit og AutoCAD.

Problemstilling

Innhenting av informasjon for å fremme ombruk av standardiserte eldre boliger. Det er lite informasjon som finnes av materialer og utførelse av eldre boliger. Siden huset er et standardisert hus vil det være stor nytte å lagre informasjon om akkurat slike hus da dataen dekker flere bygninger på en gang. **Deltagelse**

Prosjektets deltagelse er frivillig, og etiske retningslinjer vil gjennomgått. Tilgang til informasjon som hentes vil bli forklart og gjennomgått. Graderingen av oppgaven skal være Åpen

Videre forskning

Dataen og informasjonen som blir gitt vil bli brukt i videre forskning derfor er det viktig å få godkjenning til dette for oppgaven sendes inn. Oppgavens formål er å bidra med informasjonslagring slik at det vil være enklere for ombruk av eldre hus i fremtiden. For videre arbeid av informasjonen er det viktig å kunne dele oppgaven med minst mulig heftelser.

Informasjon

Hvis du trenger å ta kontakt, med eventuell informasjon eller begrensninger til oppgaven. Kan du nå meg på:

Navn: Oliver Slåttum Vesterås

Mobil: 98075103

E-post: Olivervesteras@gmail.com, Oliverve@studen.ntnu.no

Mvh Oliver Slåttum Vesterås

Samtykkeerklæring

Jeg har fått med meg hva oppgaven går ut på og fått informasjon om offentliggjøring av oppgaven

Jeg samtykker til å informasjonsdeling og bidrag med materiale som vil brukes i videre arbeid.

*Berit Karin Vesterås, Brødalsvegen 18.
2022 Gjedrum, 22.02.2024*
(Signatur av deltager, sted, dato)