

OSLO METROPOLITAN UNIVERSITY
STORBYUNIVERSITETET
OsloMet – storbyuniversitetet
Institutt for Bygg- og energiteknikk –
Energi og miljø i bygg
Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo
Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

Telefon: 67 23 50 00
www.oslomet.no

MASTEROPPGAVE

MASTEROPPGAVENS TITTEL	DATO
En rask metode for å energisertifisere	15. juni 2020
	ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG
	49/13
FORFATTER	VEILEDER
Faisal Iqbal	Alex Gonzalez Caceres
	Ernst Erik Hempel
UTFØRT I SAMMARBEID MED	KONTAKTPERSON
OsloMet	

<p>SAMMENDRAG</p> <p>Denne masteroppgaven innebærer å teste ut en metode for å energisertifisere et eksisterende bygg på raskest mulig måte. Energisertifisering er en vei videre for akkurat dette med energibesparelse fra bygninger.</p> <p>Det har blitt utført 3D-skanning med Topcon ScanMaster. Det har også blitt brukt programmer som Revit og IDA ICE for å sjekke om det er mulig å energisertifisere raskest mulig, og sammenlignet simulertenergi mot bruktenergi.</p> <p>Masteroppgaven har gitt overraskende gode resultater av metoden. Resultatene av funnene og simuleringene har blitt vist via tegninger og simuleringer.</p>
--

3 STIKKORD
ReCap
Revit
IDA ICE

Forord

Oppgaven «*En rask metode for å energisertifisere*» er skrevet som en avsluttende oppgave på Master i energi og miljø i bygg som sivilingeniør på OsloMet i Oslo. Temaet er utarbeidet sammen med veileder etter eget ønske om å undersøke reellforbruk opp mot simulertforbruk i en bygning.

Jeg vil takke min veileder Alex Gonzales Caceres ved OsloMet for meget god hjelp og veiledning underveis, ikke minst positivitet og god oppfølging under arbeidet med oppgaven. Også takk til ingeniør Ernst Erik Hempel for gode inputs i løpet av semesteret ved å bistå i den tidlige oppgavefasen. Jeg vil spesielt takke professorer og forelesere gjennom dette studiet som Tor Arvid Vik, Mads Mysen, Ida Bryn, Arnab Chaudary, Peter G. Schild og Habtamu Bayera Madessa. En stor takk til min familie som har tålt mye fravær på grunn av oppgaven og heltidsjobben som ikke var mulig å være foruten på grunn av ansvar, kostnader og faste utgifter. Min familie fortjener ros for å akseptere og legge til rette for at jeg i lengre perioder fikk prioritere oppgaveskriving foran andre gjøremål. Aller sist og mest vil jeg takke OsloMet og min veileder for forståelse under Covid-19, da dette har vært en spesiell tid og snudd livet opp- ned for mange rundt meg, så har OsloMet fortsatt gjort det mulig for meg som student å fullføre dette studiet.

Tusen takk!

Oslo, 15.06.2020

Faisal Iqbal
/AAA

Sammendrag

Energisertifisering av eksisterende bygg kommer til å bli nødvendig i tiden som kommer. Norge sammen med andre EU-land har skrevet under en avtale for å redusere energiutslipp fra bygninger. Det hjelper ikke bare med å bygge nye energibesparendebygg, her må det gjøres ytterligere tiltak. Energisertifisering er en vei videre for akkurat dette med energibesparelse. Denne oppgaven har tatt for seg en metode for å energisertifisere et eksisterende bygg på raskest mulig måte.

I denne masteroppgaven har det blitt brukt en metode, som går ut på blant annet det å bruke programmer som har blitt gitt opplæring i dette studieløpet. For å komme fram til en modell av eksisterende bolig, har det blitt utført 3D-skanning med Topcon ScanMaster. Det har blitt brukt programmer som Revit og IDA ICE for å se akkurat dette med energisimuleringer.

Masteroppgaven har gitt overaskende gode funn. Resultatene av funnene har blitt vist via tegninger og simuleringer.

Abstract

Energy certification of existing buildings will be needed in the time to come. Norway, together with other EU countries, has signed an agreement to reduce energy emissions from buildings. Not only does it help to build new energy-saving buildings, further measures must be taken here. Energy certification is a way forward for just that with energy savings. This task has devised a method to energize an existing building as quickly as possible.

In this master's thesis, a method has been used, which involves, among other things, using programs that have been trained in this course of study. To come up with a model of existing housing, 3D scanning has been performed with Topcon ScanMaster. Programs like Revit and IDA ICE have been used to see exactly this with energy simulations.

The Master's thesis has yielded surprisingly good findings. The results of the findings have been shown via drawings and simulations.

Innholdsfortegnelse

Innhold

Forord	2
Sammendrag	3
Abstract	4
Innholdsfortegnelse	5
Figurligste	6
Tabbeliste	7
1 Introduksjon	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Problemstilling	9
1.3 Avgrensninger	9
1.4 Oppbygging	10
2 Teoretisk bakgrunn	11
2.1 Hva er BIM?	11
2.2 Topcon ScanMaster	12
2.3 HoloLens	13
2.4 Microsoft applikasjon «SpaceCatcher»	14
2.5 MeshLab	14
2.6 Autodesk ReCap	15
2.7 Autodesk Revit	15
2.8 Energimerking	17
2.9 Simuleringsverktøy IDA ICE	18
2.10 Oppgave studiet (Case study)	19
3 METODE	20
3.1 Trinn 1- Skanning av huset	21
3.2 Trinn 2- Flippe akser	21
3.3 Trinn 3- Rense punktskyene	22
3.3.1 Rense punktskyene fra HoloLens	22
3.3.2 Rense punktskyene fra Topcon ScanMaster	24
3.4 Trinn 4- Modellen i Revit	25
3.5 Trinn 5- Modellen i IDA ICE	28
3.6 Trinn 6- Simulering	30
4 Resultat og diskusjon	34
4.1 Punktsky i ReCap	34

4.2 Modellene i Revit.....	35
4.2.1 Punktskymodell av HoloLens.....	35
4.2.2 Punktskymodell av Topcon ScanMaster.....	36
4.2.3 Modellen i Revit.....	37
4.3 IDA ICE	41
4.3.1 Modellen i IDA ICE	41
4.3.2 Simuleringsresultat	43
5 Konklusjon og videre arbeid	47
6 Referanse.....	48
Vedlegg.....	50
Simuleringer for å sjekke R square (bestemmelseskoefisient)	50
Sammenligninger av verdier for å lage grafer	58

Figurligste

Figur 1: Viser forskjellige faser BIM kan brukes i.	11
Figur 2: Viser et eksempel av Topcon ScanMaster med navn på de forskjellige delene	12
Figur 3: viser eksempel på Microsoft HoloLens 2.....	13
Figur 4: viser sanning av rom ved bruk av SpaceCatcher.....	14
Figur 5: viser eksempel på et objekt i MeshLab.....	14
Figur 6: viser eksempel på virtuell presentasjon av punktsky i ReCap.....	15
Figur 7: viser eksempel på hvordan et Revit-modell kan se ut.	16
Figur 8: Vise matrisen av energimerket	17
Figur 9: Viser forskjellige eksempel på simuleringer i IDA ICE.	18
Figur 10 viser verktøy som har blitt brukt.....	20
Figur 11 viser MeshLab-modell med Z-akse opp.....	22
Figur 12 viser konete og uoversiktlig modell i Recap	23
Figur 13 viser fargerik punktsky fra ReCap.....	25
Figur 14 viser komplett punktskymodell i Revit	26
Figur 15 viser Revitmodell	28
Figur 16 viser hvordan det stilles inn for å se forskjellige etasjer	29
Figur 17 viser zones i første etasje	29
Figur 18 viser standardverdier i IDA ICE	30
Figur 19 viser valgt lokasjon og klimadata fra 2018	30
Figur 20 viser hvordan simuleringsdata skal eksporteres	31
Figur 21 viser bestemmelseskoefisienten i Excel.....	32
Figur 22 viser verdier det skal forholdes til i et Excel-oppsett	32
Figur 23 viser hvordan huset blir brukt	33
Figur 24 viser punktsky i farger som viser detaljer.....	34
Figur 25 viser svart-hvitt punktskymodell i Revit	35
Figur 26 viser fargerikt punktskymodell i Revit	36
Figur 27 viser ferdig modell i Revit.....	37
Figur 28 viser rekkehuset i virkeligheten.....	37

Figur 29 viser antall kvm det er i førsteetasje	37
Figur 30 viser førsteetasje	38
Figur 31 viser andreetasje	38
Figur 32 viser kjelleretasje.....	39
Figur 33 viser hvordan det kan foretas energisimulering i Revit.....	39
Figur 34 viser tilleggsverktøy Dynamo	40
Figur 35 viser spaces som er definert i Revit.....	40
Figur 36 viser modellen i IDA ICE.....	41
Figur 37 viser definerte zones i IDA ICE.....	42
Figur 38 totaloppsett med parametere og simuleringer	43
Figur 39 viser parametere og verdier for den endelige simulasjonen	43
Figur 40 viser U-verdier for småhus i periode 1960-1990.....	44
Figur 41 viser årligforbruk i timer.....	44
Figur 42 viser årligforbruk pr. dag	45
Figur 43 viser årligforbruk i uker	45
Figur 44 viser årligforbruk i måneder	46

Tabbeliste

Tabell 1 viser trinn for metode.....	20
--------------------------------------	----

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Samtlige land i Europakommisjonen er enige om at det haster å iverksette energieffektiviseringstiltak for å overholde energi- og klimamålene som er satt for 2020. Det gjelder Inkludert forpliktelsen til å redusere 20% av energiforbruk som er tiltenkt brukt i inneværende året. Bygningskonstruksjoner står for 40% av det totale energiforbruket i EU, og det er derfor sentrale i energieffektiviseringsprogrammene. [1] Norge som også er en del av Europakommisjonen via EØS avtalen, bidrar med sitt ved å bygge etter TEK 17.

Det er forventet at 80-90% av dagnes bygninger fremdeles vil være i bruk i 2050. Det er derfor tydelig at oppgradering av gamle bygg vil spille en viktig rolle i å redusere bygningens totale miljøpåvirkning. Dette krever en ambisiøs strategi for oppgradering av eksisterende bygninger. I Norge er det flest bygningstyper av eneboliger og leilighetsbygg, det utgjør 49% og 23% av 2,4 millioner bygningene i Norge. Flertallet av bygårdene i Norge ble oppført i 1980, og de fleste av bygningene er ikke oppgradert siden den tid. Det vil si at det er en stor tilstrømning a boligblokker med oppussingsbehov som forventes i årene som kommer. [2]

Tiltakene for å redusere energiforbruk av eksisterende bygningskonstruksjoner er mange. En av metodene for å nå målet er innføring av *Energy Performance Certificate (EPC)* også kalt Energisertifikat. EPC har fremstått som en viktig metode for å oppnå energieffektivitet i bygninger siden 90-tallet. Hovedmålet til EPC er å påvirke bygningsmarkedet positivt ved å informere bygningseiere og eiendomsmeglere. om energiytelse til bygninger. Siden EU-land først startet med datainnsamlingsprosessen av EPC for 10 år siden, har EPC database blitt en av de viktigste kildene til informasjon om bygningsenergi. Det er visse bekymringer som har blitt reist opp om datakvalitet. Presentasjonsgapet, dvs. forskjellen mellom estimert og faktisk energiytelse kan være stor. I Sverige har det vist seg at den estimerte gjennomsnittlige variasjonen i EPC er 20% for energiforbruksvurdering og $\pm 80\%$ for energibesparingsvurderinger. [3]

Det har blitt utført mange undersøkelser rundt EPC og bygningseiere, men det er gjort lite arbeid og undersøkelser for å støtte sertifiseringsarbeid. Energisertifiserende har en viktig rolle for å sikre EPC-ordningens troverdighet. De fleste innrapportere problemer setter søkelys på kostnadene rundt energisertifisering, der blant annet problem med hastigheten og kostnaden for sertifiseringstjenesten som blir tatt opp. En måte å forbedre nøyaktigheten av energibesparelse og øke brukervennligheten til anbefalingstiltak, er å gjennomgå metoden for

hvordan energisertifikater utvikles samt forbedring av beregningsverktøy og prosedyren utført av energisertifiserende.

Det har blitt utført flere metoder for å få raskere energisertifisering. Men dette er et felt som har forbedringspotensialet.

1.2 Problemstilling

I dette prosjektet skal det prøves ut en metode for å løse et av problemene rundt energisertifisering. Problemet som det skal prøve å løses her er;

- Om det er mulighet for å få raskere energisertifisering.
- Metoden som blir brukt kan bli brukt til noe annet enn bare energisertifisering.
- Sertifiseringsdata som blir produsert skal også kunne lagres i en bestemt database.
- Sammenligne reellforbruk mot simulertforbruk

1.3 Avgrensninger

I oppgaven er det avgrensninger og antakelser.

Avgrensninger og antakelsene er følgende:

- Grunnet lite tid har det blitt avgrenset å bruke standard U-verdier i Revit modellen.
- Det antas at det holder å simulere i IDA ICE og ikke trengs å simulere i Revit.
- Vi har avgrenset oppgaven med å kun bytte U-verdier i IDA ICE ved simuleringer.
- Det antas at leseren har en grunnleggende forståelse av IDA ICE. Det kan være at det er utelatt enkelt elementer i metodebeskrivelse i IDA ICE, grunne at oppgaven ikke skal bli for lang og for å få til å fullføre oppgaven.
- Det antas at opplysninger lagt inn ved simuleringer i IDA ICE er rett.
- Det har blitt avgrenset oppgaven med å ikke se på kostnader rundt utført metoden.
- Det har blitt avgrenset oppgaven med å ikke utføre energimerke av bygningen.
- Det tar forbehold om at det kan være skrivefeil i rapporten.

1.4 Oppbygging

Oppgaven vil bli delt opp i flere ulike kapitler, hvor ulike sider av masteroppgaven bli presentert. Oppgaven er skrevet i en IMRaD struktur. IMRaD står for; Introduksjon, metode, resultater og diskusjon. IMRaD-modellen er en mal for hvordan man bygger opp en vitenskapeligartikkel.

Introduksjonene har innledning, oppgavebeskrivelse, teori og tidligere forskning.

Metodedelen viser at resultatene er framkommet på en troverdig og pålitelig måte.

Metodekapitlet viser hva forfatteren har gjort, hvordan det er gjort, og hvordan resultatene er framkommet.

Resultat- og diskusjonsdelen brukes til å presentere resultater. Introduksjon og metode bygger opp mot resultatdelen, ved å vise hvordan resultatene har framkommet, og deres betydning.

Diskusjonsdelen tolker og diskuterer resultatene fra prosjektet.

Avslutningsvis er det konkludert i forhold til resultater som er oppnådd og ved å besvare problemstillingen. Videre er det blitt diskutert om mulig arbeid.

2 Teoretisk bakgrunn

Dette kapitlet tar for seg bakgrunnsteori som omfatter programmer som har blitt brukt for å utføre denne oppgaven. Her vil det bli presentert teori for programmer, tidligere forskning, begreper og terminologi som blir brukt i oppgaven.

2.1 Hva er BIM?

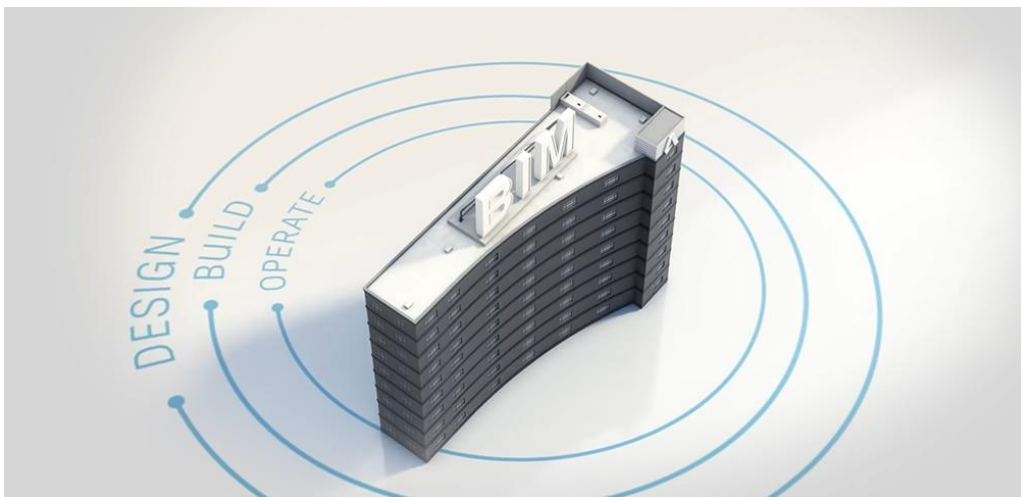
BIM (Building Information Modelling) er en digital 3D-modellbasert prosess som gir en realistisk innsikt og er verktøy for å effektivisere, planlegge og koordinere byggeprosjekter for ingeniører, arkitekter og utførende. [4]

BIM dekker ikke bare intelligent 3D-modellbasert prosess, men gjør det også mulig å dokumenthåndtere, koordinere og simulere i hele prosjektets livssyklus som på plan, design, bygging, drift og vedlikehold. [5]

Ifølge FN vil verdensbefolkning øke til ca. 9,7 milliarder innen 2050. Byggindustriene må se etter smarte og mer effektive måter å designe og bygge. BIM er ikke bare et middel til å følge den globale etterspørselen, men også for å bidra til smarte mer gunstige måter å bygge på. [5]

BIM er ikke kun for at design- og konstruksjonsarbeidere skal jobbe mer effektivt, men jobbing i BIM gjør at det fanges opp data under bygging som er fordel for drift og vedlikeholdsaktiviteter. Dette er de største grunnene for at BIM-mandatene øker over hele verden. [5]

BIM-implementeringen i eksisterende bygninger er et område med mange utfordringer og fremtidige forskningsmuligheter. [6]



Figur 1: Viser forskjellige faser BIM kan brukes i.

2.2 Topcon ScanMaster

Topcon Positioning Group ble grunnlagt i 1932 og har hovedkontor i California (USA). De har utviklet TopCon ScanMaster. Topcon Positioning Group designer, produserer og distribuerer nøyaktige posisjoneringsprodukter og – løsninger for det globale markedet for landmåling, konstruksjon, landbruk, anlegg BIM, kartlegging, kapitalforvaltning og mobilkontroll. Topcon Positioning Group leverer merker som Topcon, Sokkia, Tierra, Wachendorff Elektronik, Digi-Star, NORAC og 2LS. [7]

TopScan ScanMaster laserskanner har med den nye oppdateringen fått forbedrede ytelsesfunksjon. ScanMaster er designet for å håndtere større punktskyer som ofte er samlet med GLS-2000. [7]

Den nyeste versjonen av TopScan ScanMaster inkluderer forbedringer av minneoverløp når operatøren lager store punktskyer og viser brede bilder. Det har også blitt forbedringer ved innstillingene for punktdensitet, og optimalisert for enkel justering avhengig av tilfeller når raskere ytelse eller bedre kvalitet er mer ønskelig. [7]

Tidligere forskning viser at etter å ha sammenlignet Topcon Scanmaster med reverserte-engineering strukturen og de originale tegninger, har forskerne kommet fram til at forskyvningene har blitt funnet fra 1 til 33 mm i forskjell. [8]



Figur 2: Viser et eksempel av Topcon ScanMaster med navn på de forskjellige delene

2.3 HoloLens

HoloLens er Microsofts svar på augmented reality (AR), også kjent som utvidet virkelighet som vi kaller det på norsk. Utvidet virklignet betyr at virkeligheten kombineres med det digitale. [9]

Ved hjelp av flere sensorer, avansert optikk og holografisk prosessering som smelter sømløst med teknologien. Kan disse hologrammene brukes til å vise informasjon blandet med den virkelige verden eller simulere en virtuell verden. [10]

HoloLens har en mengde optiske sensorer; to på hver ytterkant, et dybdekamera som er nedvendt for å håndtere bevegelser og spesielle høyttalere som simulerer lyd fra hvor som helst i rommet. HoloLens har også flere mikrofoner, et HD-kamera, en lyssensor og Microsofts tilpasset «Holographic Processing Unit» som de hevder har mer prosessorkraft enn gjennomsnittlig bærbar PC. Alt dette må til for å orientere enheter i rommet, synlige gjøre vegger og gjenstander i rommet. [10]

Microsoft HoloLens er kanskje den mest populære versjon av augmented reality på markedet. Det er tilfredsstillende at et så stort selskap som Microsoft har investert mengder av ressurser som de har gjort til et voksende felt og viser hvor langt verden har kommet i utvidet virkelighet. [10]

HoloLens er en utmerket måte å vise studenter potensialet i utvidet virkelighet. Fra å spille spill som gir opplevelse av virkeligheten til å skape innovasjoner. Motiver/objekter kan enkelt modelleres og prototypes. Ideer kan innpasses som objekter i den virkelige verden, og brukere kan jobbe med digital design på måter de aldri kunne før. [10]

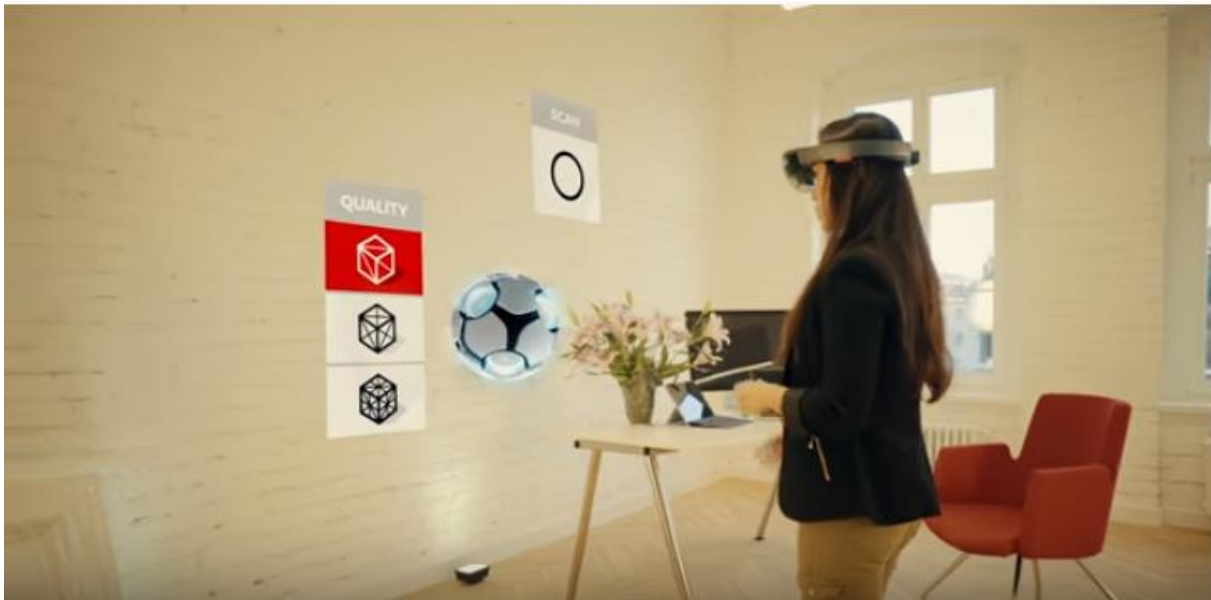


Figur 3: viser eksempel på Microsoft HoloLens 2

2.4 Microsoft applikasjon «SpaceCatcher»

Microsofts «SpaceCatcher» er en applikasjon for HoloLens. Applikasjonen skanner et rom for å lage en 3D-modell. Det krever tilgang til Wi-Fi for å fungere. Den kan skanne flere rom eller en hel leilighet i ett. Applikasjonen utfører ikke bare skanning, den kan også måle avstand.

[11]



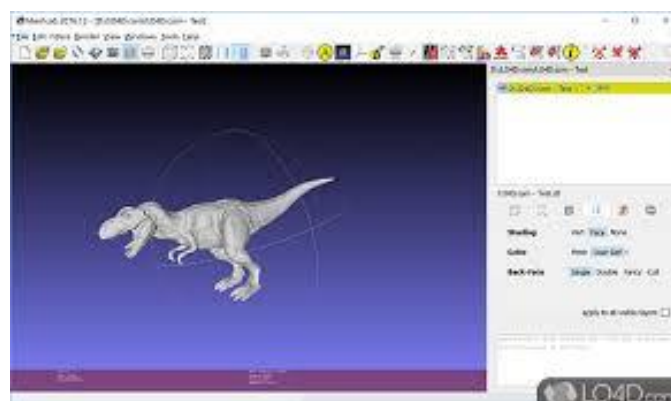
Figur 4: viser sanning av rom ved bruk av SpaceCatcher.

2.5 MeshLab

MeshLab er et dataprogram som kan redigere, rens, fikse, inspisere, gjengi og konvertere 3D objekter. MeshLab kan også brukes til å redigere og konvertere 3D-model til en punktsky.

Programvare kan lastes ned gratis på MeshLabs nettside. [12]

Tidligere forskning viser at MeshLab er et komplett åpent verktøy for håndtering av fargeinformasjon når du arbeider med 3D-skannede digitale modeller. [13]

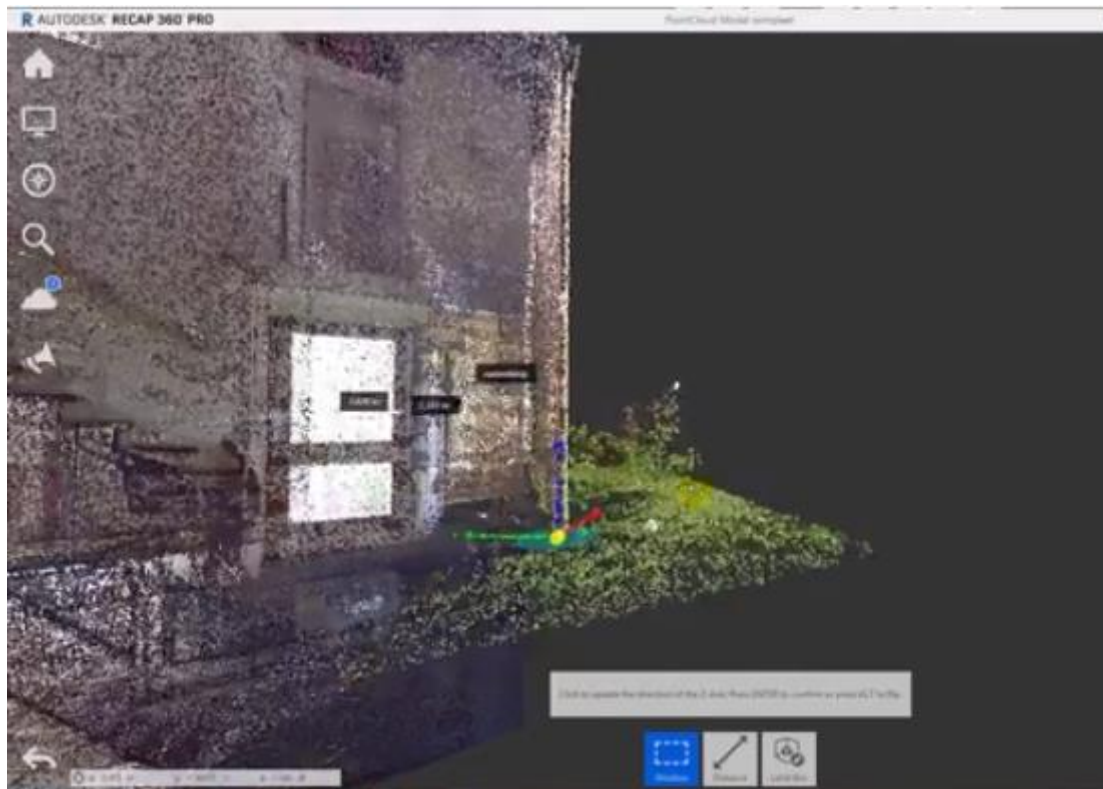


Figur 5: viser eksempel på et objekt i MeshLab.

2.6 Autodesk ReCap

ReCap står for «Reality Capture», og er et program for å jobbe med punkt skyer fra laserskanning. [14]

Laserskanning er en metode for å lage virtuelle presentasjoner av et hvilket som helst eksisterende rom eller objekt ved bruke en samling av «punkter» som har en avstand og høyde. Hver skanning oppretter tusenvis av punkter (dvs. en punktsky), og disse punktene kan sees på som en forenklet modell av de skannede elementene. [14]



Figur 6: viser eksempel på virtuell presentasjon av punktsky i ReCap.

2.7 Autodesk Revit

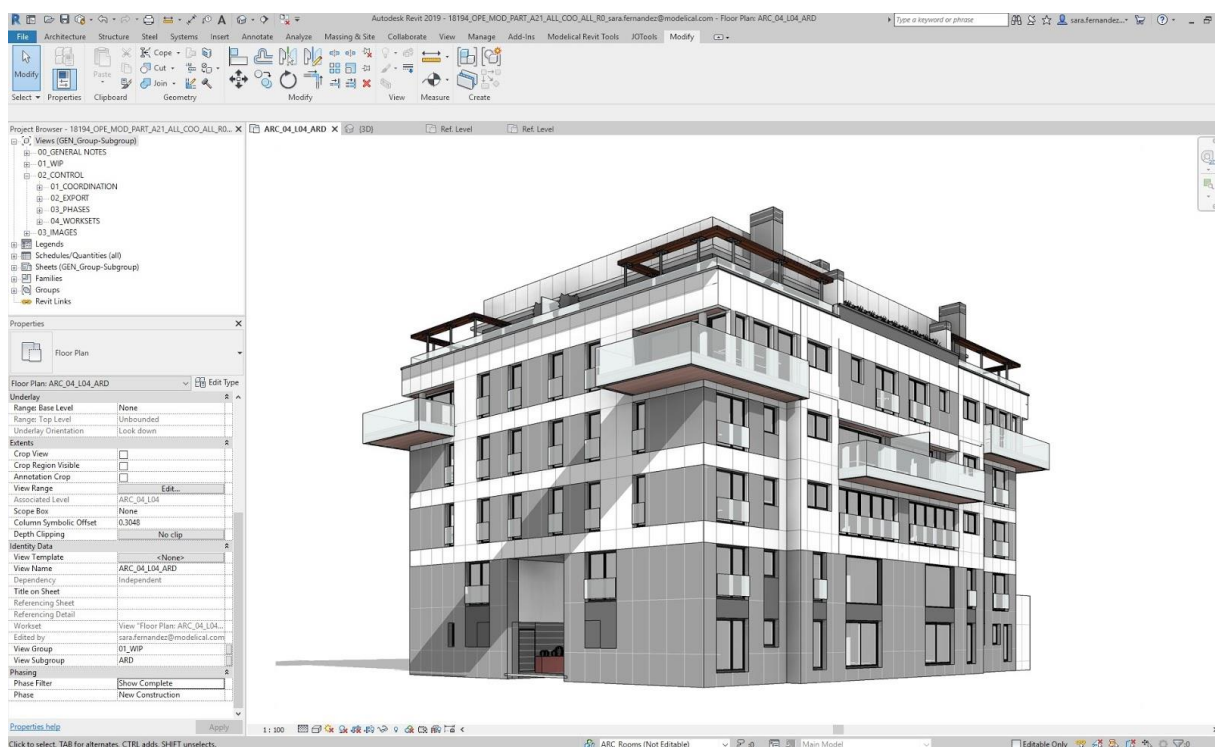
Revit er Building information Modling (BIM) programvare for Microsoft Windows, som lar brukere designe og tegne. [15]

Revit er et nytt Computer Aided Design (CAD) problemløser som gir mulighet for intelligent, 3D og parametrisk objektbasert design. På den måten gir Revit full toveis kommunikasjon. En ending hvor som helst er en endring overalt, umiddelbart, uten at brukeren trenger å oppdatere visning manuelt. [15]

En Revit-modell inneholder bygningens fulle livssyklus, fra konsept til kontraksjon til riving. Dette er gjort mulig av Revits underliggende relasjonsdatabasearkitektur som skaperne kaller den parametriske endringsmotoren. [15]

Revit brukes også for å produsere konsistent, koordinert og fullstendig modellbasert design og dokumentasjon. Man kan oppdatere automatisk etasjeplaner, stigninger, seksjoner og 3D-visning. 3D-visualisering viser bygning før den er bygd. [16]

Programvaren Revit inneholder verktøy for de som jobber med arkitektdesign, VVS og strukturdesign, detaljering, byggeteknikk og konstruksjon. Deltakerne på tvers av alle fag bruker arbeidsdeling for å dele og lagre arbeidet deres i samme prosjekt. [16]



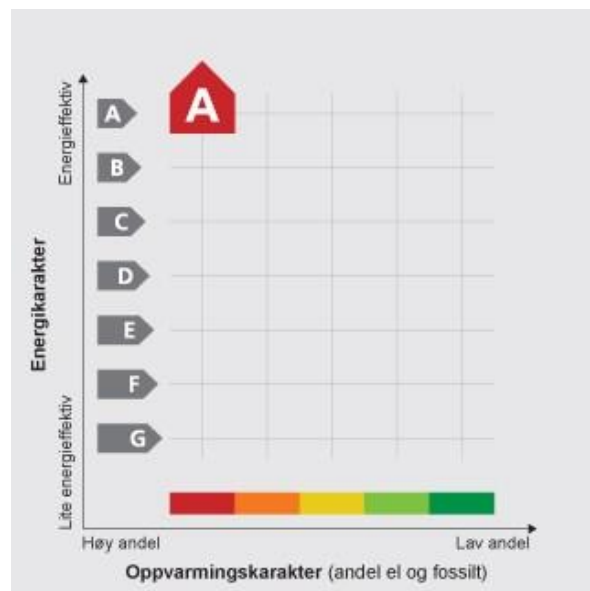
Figur 7: viser eksempel på hvordan et Revit-modell kan se ut.

2.8 Energimerking

Energimerket består av en energikarakter og en oppvarmingskarakter. Energikarakteren går fra A til G, og er basert på beregnet levert energi. [17] Den gir en samlet vurdering av bygningens energibehov, det vil si antall kilowattimer bygningen eller boligen trenger per kvadratmeter for normal bruk. [18] Oppvarmingskarakteren gis med en fremdelt fargerangering fra rødt til grønt, og rangerer boligen eller bygningen etter hvilket oppvarmingssystem som er installert. [17]

Det er ingen sammenheng mellom energikarakteren og oppvarmingskarakteren, slik at en bygning med høy beregnet energibruk og tilhørende dårlig energikarakter, kan få en god oppvarmingskarakter med for eksempel et biobasert oppvarmingssystem. Omvendt kan et lavenergibygg få en god energikarakter, mens oppvarmingskarakteren vil bli dårlig dersom bygget kun har elektrisk oppvarming. [17] Energimerket er en matrise hvor en ser energikarakteren på y-aksen og oppvarmingskarakteren på x-aksen. De to karakterene er uavhengig av hverandre, slik at en bolig med dårlig energikarakter kan få en god oppvarmingskarakter, og omvendt. [19]

De nye ordningene innenfor Energimerking i bygninger fører til at alle bygninger i Norge, med enkelte unntak, skal energimerkes. Dette skjer med hjemmel i endringer i energiloven. [20]



Figur 8: Vise matrisen av energimerket

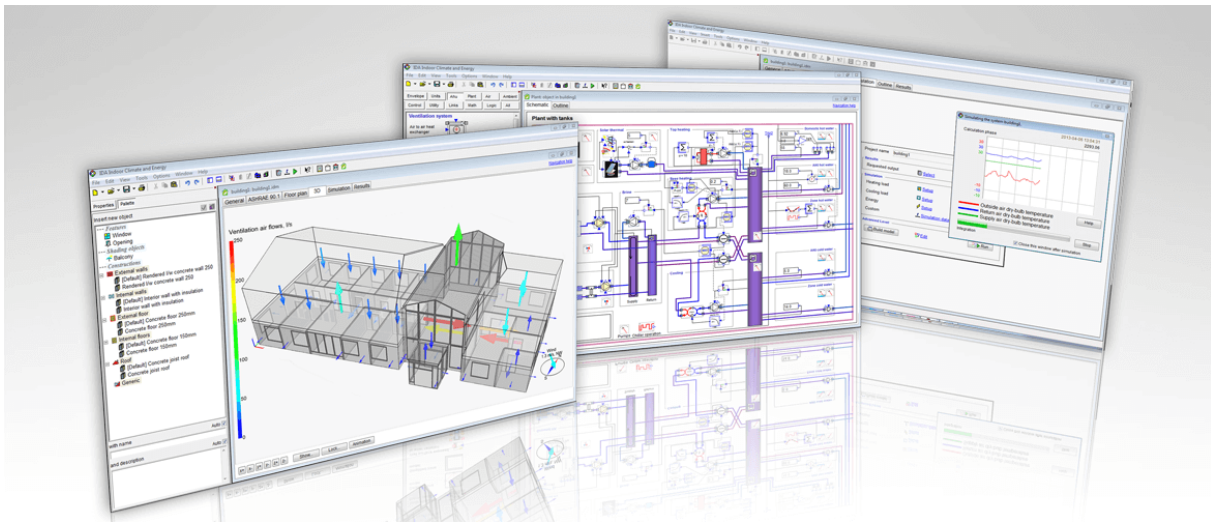
Energikarakteren er et resultat av beregnet levert energi til boligen eller bygningen ved normal bruk. Hvordan beregningen skjer er fastsatt i standarden NS 3031. [17]

2.9 Simuleringsverktøy IDA ICE

IDA Indoor Climate and Energy (IDA ICE) er en ny type simuleringsverktøy som tar bygningsytelse til et annet nivå. IDA ICE modellerer bygninger, byggets systemer, sikrer lavest mulig energiforbruk og best mulig komfort for beboere. [21]

IDA ICE er en innovativ og pålitelig. Den er helårs detaljert og dynamisk simuleringsapplikasjon for studier av termisk inneklimate samt energiforbruk i hele bygningen. De fysiske modellene til IDA ICE gjenspeiler den nyeste forskningen, de beste modellene som er tilgjengelig, og de beregnede resultatene sammenligner godt med målte data. Mens IDA ICE tjener et globalt marked er den tilpasset lokale språk og krav (klimadata, standarder, spesielle systemer, produkter og materialdata). [21]

IDA ICE kan produsere ut en data-fil om ethvert dataobjekt i ethvert system med forskjellig tidsoppløsning. Alternativene er hver time, daglig, ukentlige eller månedlige gjennomsnitt blir presentert som grafer eller vist i et tekstvindu. Verdier som blir utarbeidet kan også konverteres til en varighetskurve over vilkårlige tidsintervaller. En spesiell funksjon gjør det mulig å eksportere like tidsserier til Microsoft Excel. [22]



Figur 9: Viser forskjellige eksempler på simuleringer i IDA ICE.

2.10 Oppgave studiet (Case study)

Rekkehuset er på Kampen i Oslo og bygget i år 1994. Boligen har primærrom på ca. 125 m² fordelt over 3 plan. Bestående av 4 soverom, 2 bad, stue, kjøkken, toalett og entre.

Det er to ytterfasader med vinduer mot det fri i øst og vest bestående av trepanel. To yttervegger av type skillevegger mellom naboen i nord og sør. Rekkehuset er vendt nord/øst med store vindusflater i stue, kjøkken og soverommene som gir huset masse naturlig lys. Alt av oppvarming skjer via elektrisitet. Kjelleretasje er på grunn og tak med loft.

Rekkehuset er ikke bygget iht til TEK 10, så det har blitt gjort nettsøk for å finne ut hvilke forskrifter boligen kan ha blitt bygget etter. Søke resultater vises i figur 40.

Brukemønstre til boligen har blitt utarbeidet sammen med eieren og vist i figur 23.

Reellforbruk av boligen har blitt oversendt av veileder, simulertforbruk skal utarbeides ved å bruke IDA ICE.

3 METODE

Dette kapitlet tar for seg metode som er blitt brukt for å utføre denne masteroppgaven. Her vil det bli presentert trinnvis hvordan det ble oppnådd og evaluert et eksisterende bygg uten å ha noe som helst form for teknisk informasjon. Trinnene vist i tabellen under viser metodene som har blitt brukt for å oppnå resultater.

Tabell 1 viser trinn for metode

Trinn 1	Skanning
Trinn 2	Flippe akser
Trinn 3	Rense modeller
Trinn 4	Revit
Trinn 5	IDA ICE
Trinn 6	Simulering

Figuren under gir tydelig beskrivelse på metodene som er brukt i dette prosjektet.



Figur 10 viser verktøy som har blitt brukt.

3.1 Trinn 1- Skanning av huset

Etter å ha fått utdelt utstyr ble det gjort søk rundt utstyret på internett og lest i bruksanvisningen på hvordan utstyre skal håndteres. Det ble gjort noen få forsøk privat før det ble avtalt besøk med den respektive. Det ble startet med å planlegge et felt besøk for å kunne utføre 3D skanninger. Skanning måtte utføres for å lage punktskyer av rommene for å seinere kunne designe modellen i Revit.

Det ble utført to forskjellige typer skanninger med to forskjellige komponenter.

Det ble først startet med å utplassere Topcon ScanMaster med stativ i hvert enkelt rom for å skanne rommene. Skanneren ble plassert vateret på gulvet slik at skanningen ble mest mulig korrekt i forhold til høyder, lengder og dybder på rommene. Ulempen med Topcon er at den bruker stor fysiskplass noe som ikke er tilstrekkelig hele tiden. Det ble utført ca.15 stk.

Topcon skanninger som tok ca. 15 minutter hver. Etter ca. fire timer så var hele huset samt uteområdet ferdig skannet.

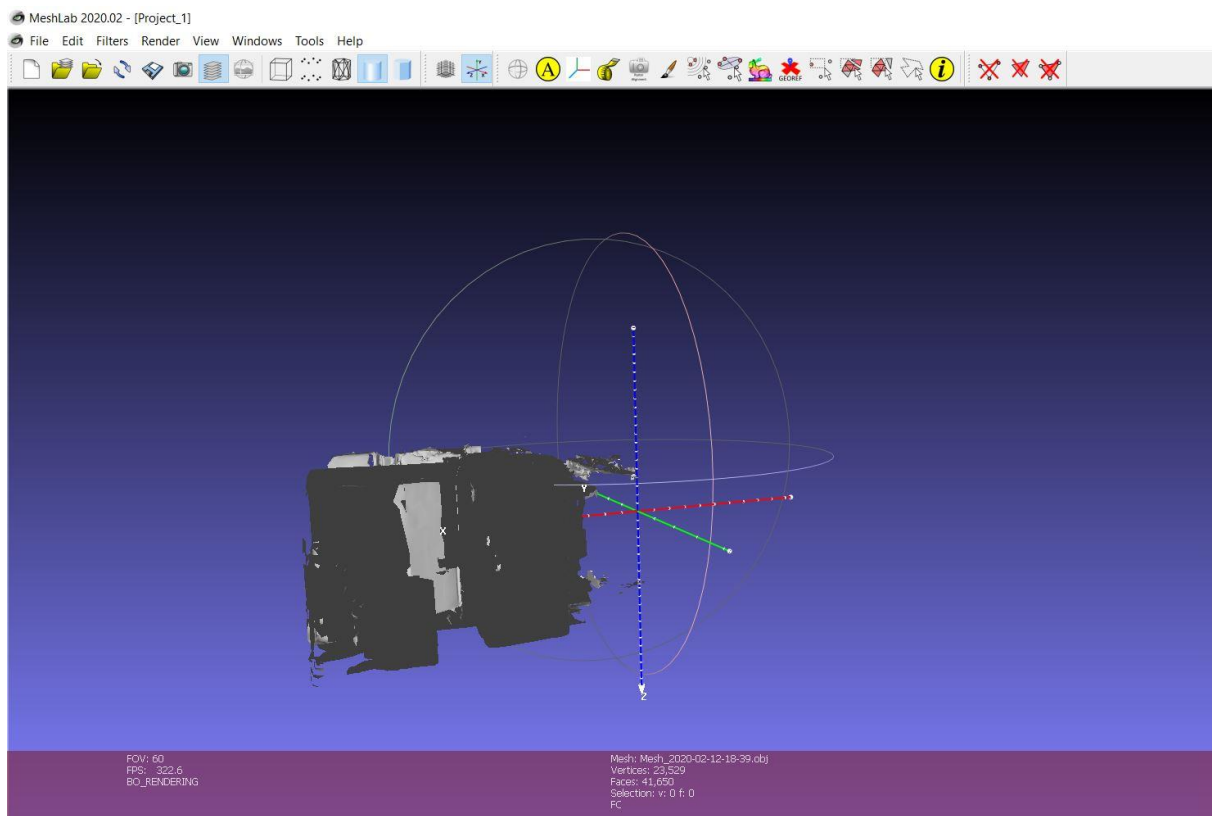
Den andre type skanning var tiltenkt rommene Topcon skanneren ikke kom til grunnet plassmangel og som supplement. I disse rommene ble det brukt alternativ skanning kalt Microsoft HoloLens. HoloLens er en annen type skanner som brukes som briller og tar ikke like stor fysisk plass som ScanMaster. Det trengtes kun å laste ned en app som viste hvordan HoloLensen skulle brukes, dette var et særdeles brukervennlig verktøy. Det er også mange gode brukerveiledninger på Youtube som viser hvordan man kan håndtere og bruke HoloLens. Siden det var så enkelt å bruke dette verktøy så ble HoloLens brukt på flere rom enn det som var tiltenkt som en backup for Topcon skanninger.

3.2 Trinn 2- Flippe akser

Etter å ha sett på andre rapporter ble det bestemt å starte med scan som var hentet fra HoloLens skanning. Det ble hentet inn en mappe som inneholdt zippet filer med mtl- og obj filer. Disse filene måtte trekkes ut fra zip-filene hver for seg, til en ny mappe og deretter åpnes enkeltvis i MeshLab. Det ble kun benyttet obj-filer til denne oppgaven her. Grunnen for at obj-filene åpnes i MeshLab enkeltvis og ikke alle på en gang er for at det ikke skal bli rotete. MeshLab forstår ikke at obj-filene tilhører separate rom og åpner alle filene rundt en og samme koordinator.

Det ble åpnet en og en fil, gjort om på aksene i MeshLab slik at z-aksen pekte opp over. Dette ble kun gjort med skanninger fra HoloLens og ikke Topcon scanMaster. Flipping av aksene i

MeshLab var viktig å utføre slik at en kan se/relatere punktskyene til virkeligheten når de blir eksportert til Recap som xyz-filer. Det er også lettere og mer effektivt å jobbe i Recap når aksene er flippet. Flipping må utføres uavhengig om du forstår noe av modellen i MeshLab eller ikke. I dette tilfelle her så var modellen i MeshLab helt ugjenkjennelig, den så ut som en smeltet versjon av den riktige modellen. Så til å starte med var modellen ikke godt gjenkjennelig, men etter hvert ble den oversiktlig når vi gjorde samme operasjon på flere rom. Modellen ble riktig når Z-aksen er loddrett, mens X- og Y-aksen er horisontalt. Prosessen med flipping av akser er kjempetidskrevende da det skal utføres i mange rom.



Figur 11 viser MeshLab-modell med Z-akse opp

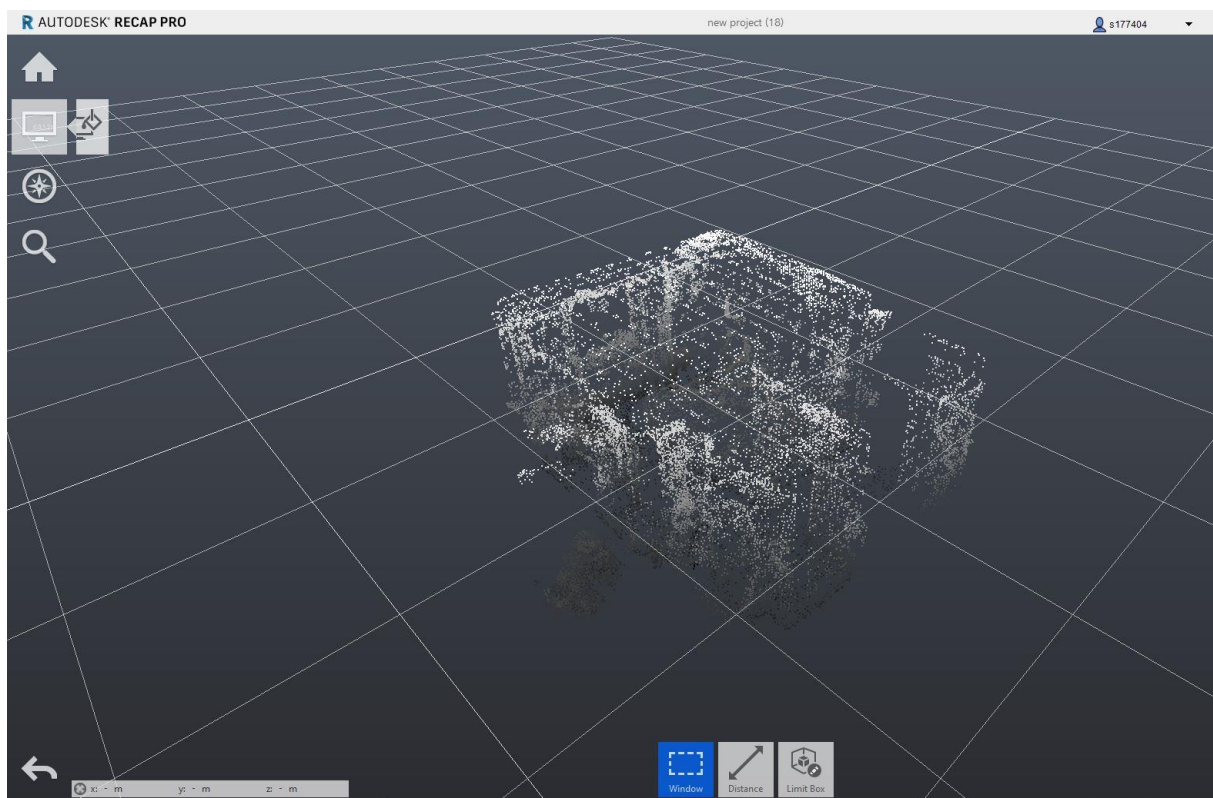
3.3 Trinn 3- Rense punktskyene

3.3.1 Rense punktskyene fra HoloLens

Når aksene hadde blitt flippet i MeshLab ble xyz-filene importert enkeltvis til ReCap for rens.

I ReCap måtte xyz-filene gjennom flere ledd for å kunne starte med rensing. Når ReCap ble åpnet opp fra hovedmenyen får man umiddelbart valg om å opprette nytt prosjekt, dette måtte gjøres for hver enkelt fil/rom. Det ble videre trykkes seg inn på **new project** der det ble gitt tre forskjellige metoder for på hva vi ønsket å gjøre i ReCap. Siden det skulle jobbes med punktskyer ble det valgt **import point cloud**. Etter å ha trykket seg inn i alternative måtte det

gis navn til prosjektet. I dette tilfelle var det viktig/lurt å gi prosjektet navn i henhold til rom og ikke tall slik at puslespillet ble enkelt når det ble lastes opp i Revit. Etter å ha gitt prosjektet tilpassendenavn kunne det nå finne fram xyz-filen som skulle jobbes med ved å trykke seg inn på **select files to import**. Det ble funnet fram til ønsket xyz-fil og åpnet. Når dette var utført var det bare to enkle steg igjen før det kunne startes å rense punkttskyene. De to siste stegene var enkle, men hadde vente tid (loading). Etter å ha åpnet ønsket xyz-fil fra maskinen kommer det opp et vindu med valg om det var ønskelig med å importere valgt fil. Her var det mulighet for å avbryte hvis det ble hentet opp feil fil. Hvis ikke det ble hentet opp feil fil, så var det bare å gå videre ved å trykke på knappen med pil nederst til høyre med tekst **import files**. Siste steget før punkttskyene ble synlig i ReCap var vinduet der det skulle bekreftes om xyz-filen skulle skannes til punkttsky eller avbryte prosjektet, hvis ikke prosjektet skulle avbrytes var det bare å trykke på knappen nederst til høyre **index scans**. Etter å ha gått gjennom alle overnevnte ledd kunne det ses på modellen det skulle arbeides med å rense.



Figur 12 viser konete og uoversiktlig modell i Recap

Skannede modellen som nå ble synlig i ReCap var samme model som i MeshLab, men en kornete-versjon og ikke smeltet-versjon som i MeshLab.

Ulempe med HoloLens skanning er at den gir svart & hvit skanning som gir en uoversiktlig punktsky som er veldig vanskelig å lese.

ReCap modellen vist i figur over, måtte renses for unødvendig informasjon og støv som ikke trengtes og var unødvendig for selve det rommet som det ble arbeidet med. Her måtte det passes på at rensing av modellen ble gjort så godt som mulig og så nøyaktig som overhodet mulig. Alle unødvendige detaljer og korn fra andre steder enn selve rommet var viktig å få fjernet. En nøyaktig rensert modell gir enkel romoversikt når den blir satt i plan i Revit.

Når modellen var rensert tilfredsstillende så måtte den lagres. Dette gjøres ved å trykke på husknappen øverst til venstre i vinduet og lagre modell. Har man ikke husket å gi modellen riktig navn har man også mulighet til å gjøre dette her. Riktig navn vil hjelpe når det skal jobbes med disse modellene i Revit.

3.3.2 Rense punktskyene fra Topcon ScanMaster

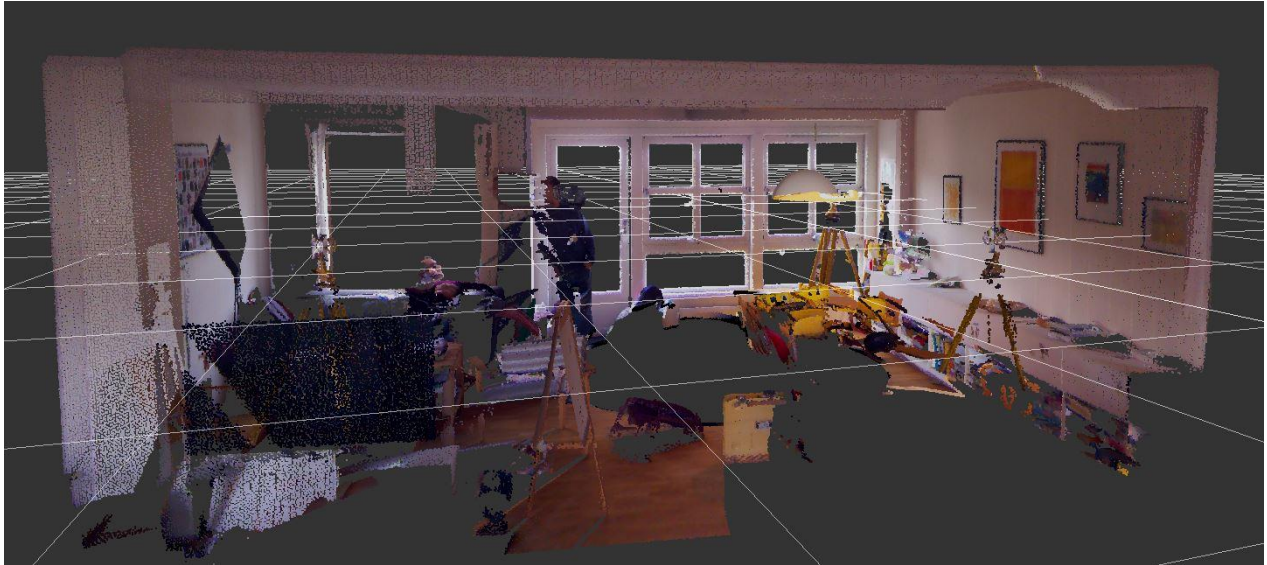
Etter at skanningen var utført ble skanningene fra Topcon ScanMaster hentet opp som komprimerte filer, liklinje som HoloLens ble hvert enkelt rom et komprimert fil som måtte jobbes med individuelt.

Siden skanningene fra Topcon ScanMaster ikke skulle gjøres noe forarbeid som å flippe akser ble de åpnet direkte i ReCap. De første stegene er like som nevnt i trinn 3 over fram til det skal velges hvilken type filer som skal importeres inn på ReCap. I dette tilfelle dobbeltklikkes det på bestemt innhentet komprimert fil og velges SCN-mappe av alle gitte alternativer. Inne i SCN-mappen ses det på alle scan-filer som er interessante for oppgaven. Det velges alle gitte clr- og cl3 filer og åpnes. Etter å ha åpnet valgte filer gjør det alle steg som det har blitt gjort i trinn 3 over.

Når punktskyen fra Topcon ScanMaster åpner i ReCap ser en at denne modellen gir detaljert og fargerikt punktsky som er enkel å jobbe med. Hvis det zoomes inn og ut så kan man gjenkjenne detaljer fra den enkelte rom som har blitt skannet med Topcon ScanMaster.

Lik linje som rensing av punktskyene fra MeshLab må også disse renses godt, og det må tas med minst mulig detaljer fra rommet. Det skal kun tas med veggkonstruksjon og ikke mye mer detaljer enn det. Det er heller ikke nødvendig med detaljer utenfor spesifikk rom der skanneren har stått.

Dette skal gjøre for samtlige rom/mapper og krever masse tid og fokus.



Figur 13 viser fargerik punktsky fra ReCap

3.4 Trinn 4- Modellen i Revit

Etter å ha renset filene til de forskjellige rommene ble disse filene eksportert til Revit som rcp-filer. Ved å dobbeltklikke på Revit-ikon i skrivebordet kommer man inn på hovedsiden til Revit. Her skal man starte nytt prosjekt ved å trykke på **New** på menyen på venstreside. Det ble brukt masse tid å lære å jobbe i Revit.

Etter å ha trykket seg inn i **New** ble det startet med å laste inn punkt-skyene fra ReCap inn i Revit. Det gjøres ved å trykke på **Insert-> Point cloud**, når det er gjort må man åpne en og en ReCap-fil og plassere dem riktig. Det som er litt viktig her er at det zoomes litt ut etter å ha lastet inn filen, for det kan hende at Point cloud (punktskyen) havner langt ut og at det lastes inne flere filer av samme navn/rom.

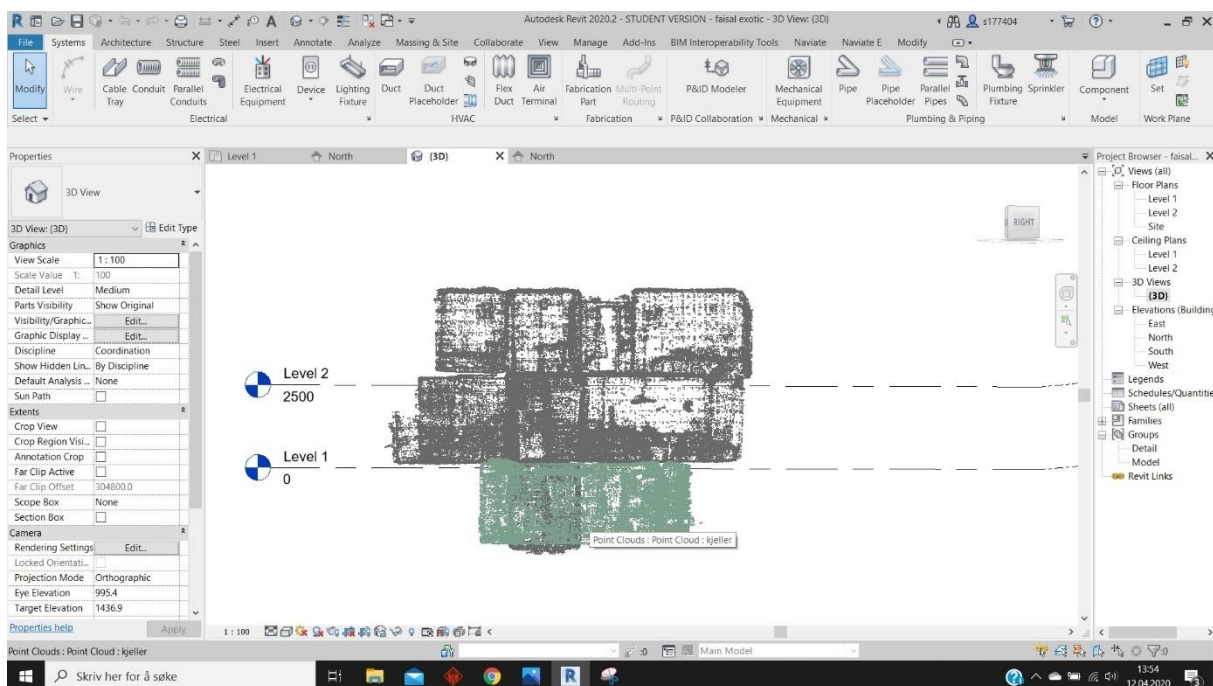
Det er viktig at det settes riktig høyde på level/floor plans. Riktig høyde på levels gir oss utgangspunkt i hva størrelsen (viewrange) til punktskyen skal være på. For å endre størrelse på cloud filene trykkes det på punktskyen som har blitt lastet inn. Da dukker det opp en kolonne til venstre med **Properties**. Her skal det trykkes på **Edit Type**. Når det er gjort kommer det opp et eget vindu med **Type Properties**. Her forandres det på **Value**.

Det forandres på values helt fram til punktskyen kommer inn i angitt/ønsket level. Det er viktig å definere riktig høyde på level i dette stadium. For det blir utgangspunktet når den endelige modellen skal lages.

Angitte operasjonen ovenfor utføres med samtlige filer. Dette blir som et puslespill som man skal sette sammen i Revit. Det kan velges å se modellen i 3D eller så har en mulighet til å se den i andre views. Som et tips bør det startes nederst og bygge seg oppover da det er enkleste å letteste måten å gjøre det på. Det bør også *pinne* punkttskyene som har fått riktig plassering slik at de ikke dyttes/flyttes bort ved at det jobbes med andre filer eller at det velges en gammel cloud-fil som allerede er på plass.

Ved første øyekast kan det se ut som at modellen er rotet men det er den ikke. Den er ganske oversiktlig hvis en har jobbet med den. Det ble anbefalt å gi cloud filene riktig navn i ReCap tidligere, det var for at de skulle være lett gjenkjennelige her i Revit og enklere å pusle dem på plass.

Siden det hadde blitt skannet med to forskjellige typer scan ble det også laget to forskjellige typer punktsky modell i Revit. En modell med punktskyer fra HoloLens og en fra punktskyer fra Topcon ScnaMaster. Siden HoloLens skulle være supplement til Topcon, tok vi til slutt og importerte manglende punktskyer fra HoloLens til Topcon punktskymodell. Dermed hadde vi en komplett punktskymodell med alle rom.



Figur 14 viser komplett punktskymodell i Revit

Når punktskymodellen var komplett, kunne det startes med å lage modellen i Revit.

Siden det var lite kunnskap om det bygningsmessigkonstruksjon ble det antatt størrelse på byggkonstruksjon og valgt det som var standard i Revit. Det ble startet med kjelleretasje. Her

ble det startet med å bygge grunnmur inn til grensene til punktskyene. Når grunnmuren var på plass, kunne det sette inn bunnplate. Bunnplate ble valgt slik som det var standard i Revit. Videre ble det plassert vinduer i grunnmuren slik de var vist i skanning. Vinduene som ble valgt hadde ikke sammen størrelse, men tilnærmet de som var skannet/montert. Innerveggene i kjelleren ble valgt av murstein og det ble plassert dører i døråpninger. En stor utfordring var å plassere/bygge inn trappeløp som gikk gjennom alle etasjer. Det ble brukt masse tid for å finne ut hvordan dette skal gjøres. Når alle rom og trappeløp var tegnet inn var det på tide å tegne inn etasjeskiller. Det er veldig viktig at etasjeskiller blir satt inn for hver etasje det bygges på.

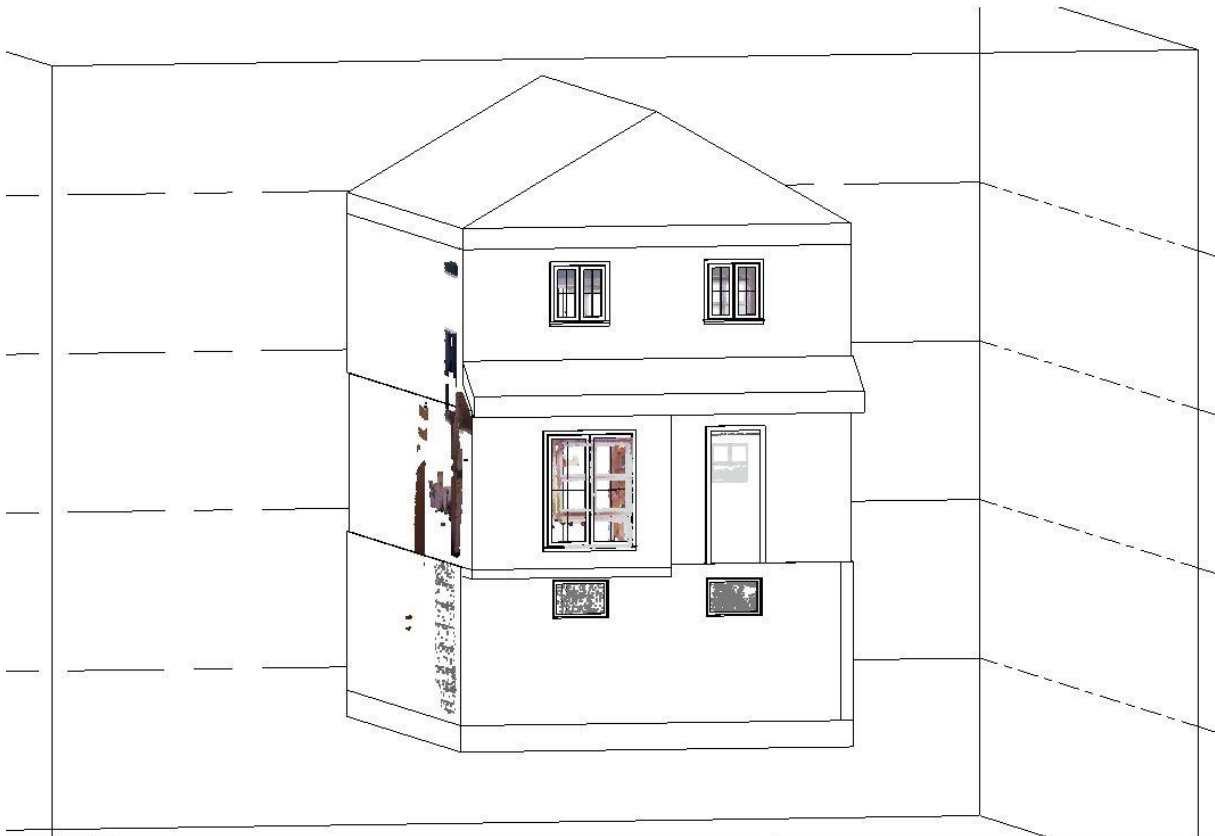
Lik linje som kjelleretasje ble det startet med å tegne inn yttervegger. Ytterveggene i nord og sør som er skilleveggene mellom naboene i dette rekkehuset ble definert som panelvegger. Disse ytterveggene ble lagt/bindet på grunnmuren og definert/tegnet helt opp til andreetasje. Grunnmuren var laget/tegnet av betong, mens alle veggene til første- og andreetasje ble definert som yttervegger av panel. Ytterveggene i øst og vest er av trepanel men hadde mere vinkler enn andreetasje. Kjøkkenet var bygget ut på østsiden mens stue var bygget ut på vestsiden. Det som også var en stor utfordring, var skåtakeet til kjøkkenet og stua. Det ble lagt veldig mye arbeid for å tegne det slik som i skannet/virkeligheten. Vinduer og dører ble tegnet inn i forhold til der de var skannet. Innerveggene ble valgt til det som var standard i Revit, altså gipsvegger med isolasjon. Når alle ytterveggen og innerveggene var ferdig definert ble det tegnet inn etasjeskille. Etasjeskillene ble definert som av betong siden det var standard i Revit.

Ytterveggene til andreetasje likner mest på grunnmuren bare at det var av panel og ikke betong. Innerveggene var definert som gipsvegger slik som i førsteetasje. Dørene og vinduer var plassert slik som skannet og egenskapene var definert som standard i Revit. Når alt dette var på plass definerte vi himling til sponplater og plasserte tak over hele rekkehuset med 30 graders vinkel.

Når det blir laget/tegnet noen vegger eller andre detaljer er det viktig at det pinnes underveis lik linje som det ble gjort når det ble satt sammen punktskyer. Det er heller ikke viktig å definere type materiell, bruk standard som er oppgitt i Revit. Det er også viktig at man ser det som har blitt tegnet inn fra flere vinkler før man pinner den.

Når modellen er ferdig tegnet må det dannes *spaces* (soner) av alle rom slik at modellen kan bli definert som *zones* (soner) i IDA ICE. Når rommene er definert som spaces er modellen

helt ferdig og klar for simulering i IDA ICE. Før vi kan simulere i IDA ICE eksporterer vi IFC-fil.



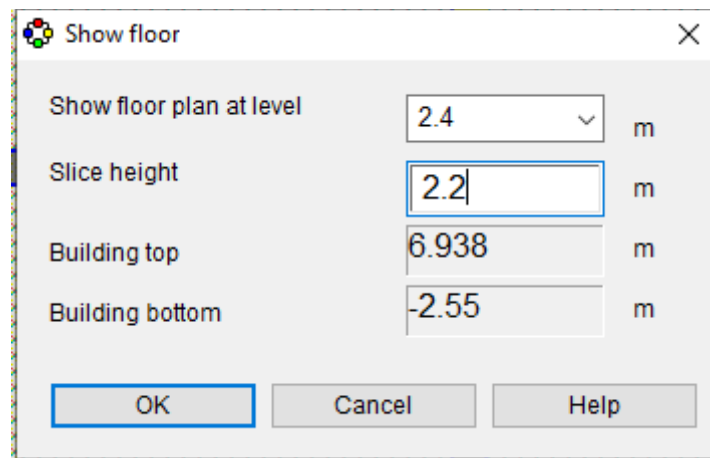
Figur 15 viser Revitmodell

3.5 Trinn 5- Modellen i IDA ICE

Filen ble importert som IFC-fil. Filen ble lagret som IDA ICA-fil (idm-fil) på PC-en før det ble gjenåpnet som IDA ICE. Når modellen ble gjenåpnet måtte den gås over å se om den var komplett og om det trengtes å gjøre store endringer på modellen. Det var blant annet informasjon om spaces som ikke kom med fra Revit via IFC-import og som måtte defineres.

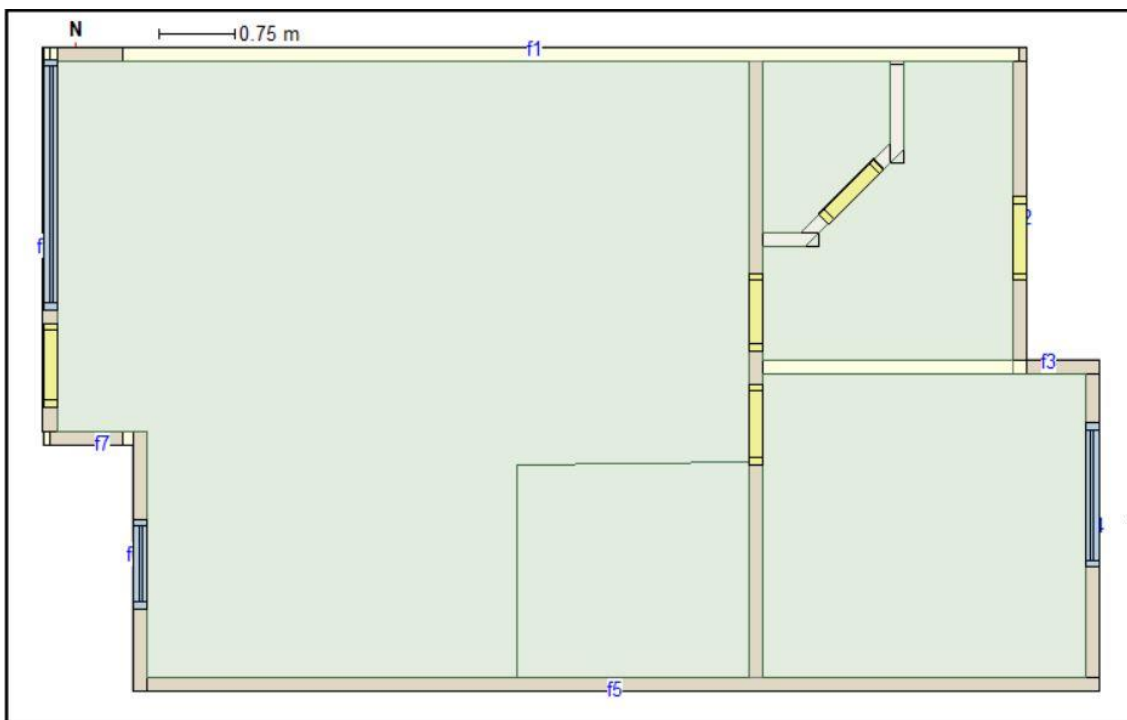
Det ble startet med å finne etasjer. For å se etasjene i sin helhet måtte det utføres i fane kalt *floor plan*. Nederst til høyre i floor plan var det en knapp med **level** som var automatisk stilt inn på 0.0 m. Her måtte det stilles inn forskjellige verdier for å kunne se de forskjellige etasjene.

Kjelleretasje i modellen ble definert med minus tegn foran høyden, mens førsteetasje ble definert fra null og oppover. Andre etasjen ble definert fra første etasjens slutt og antall høyde opp.



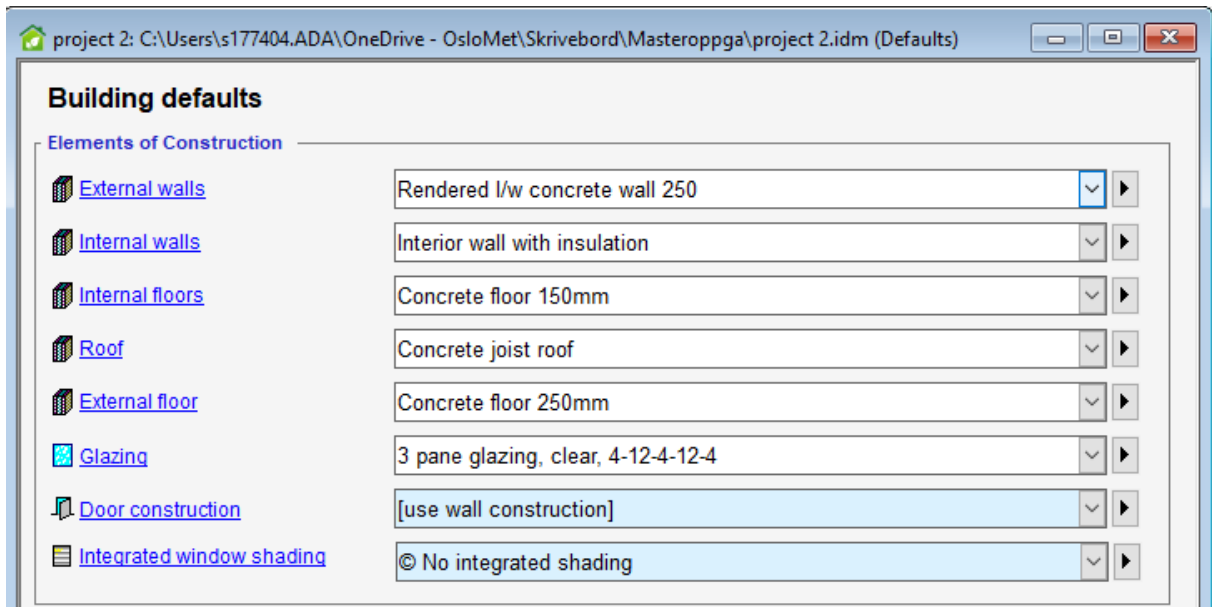
Figur 16 viser hvordan det stilles inn for å se forskjellige etasjer

Det viktigste var å definere zone i IDA ICE slik at vi kunne utføre simuleringer. For å definere zones måtte man stå i fane *floor plan*. Nederst til venstre var det en knapp med **New zone** som måtte trykkes på for å få definert zones. Jobben med å definere soner gikk relativt greit da det allerede var definert spaces i Revit.



Figur 17 viser zones i første etasje

Alle egenskapene til materialer ble valgt som standardverdier i IDA ICE slik at det kunne startes med simuleringer snarest.

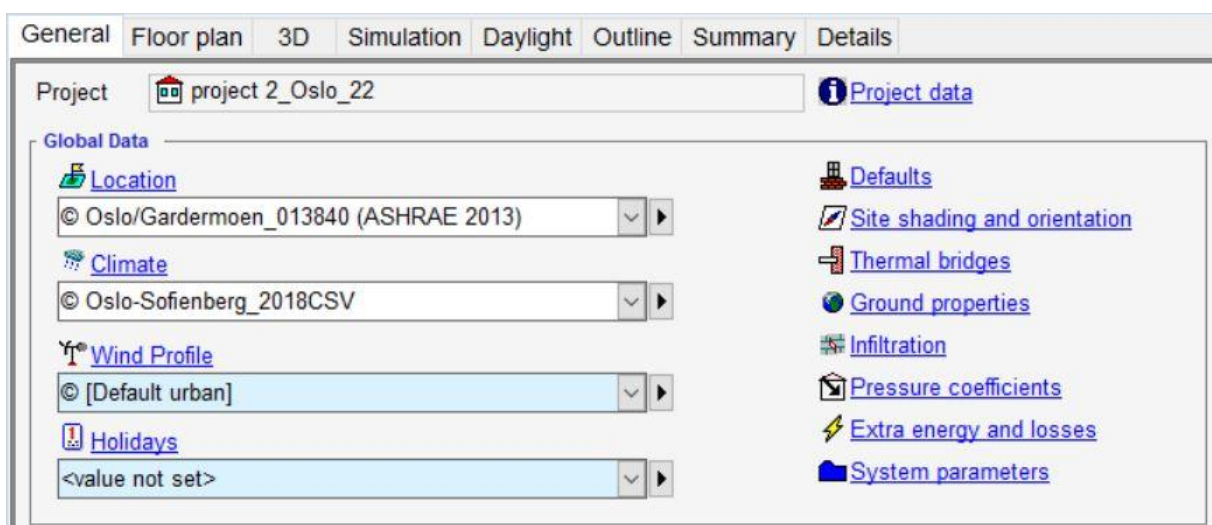


Figur 18 viser standardverdier i IDA ICE

3.6 Trinn 6- Simulering

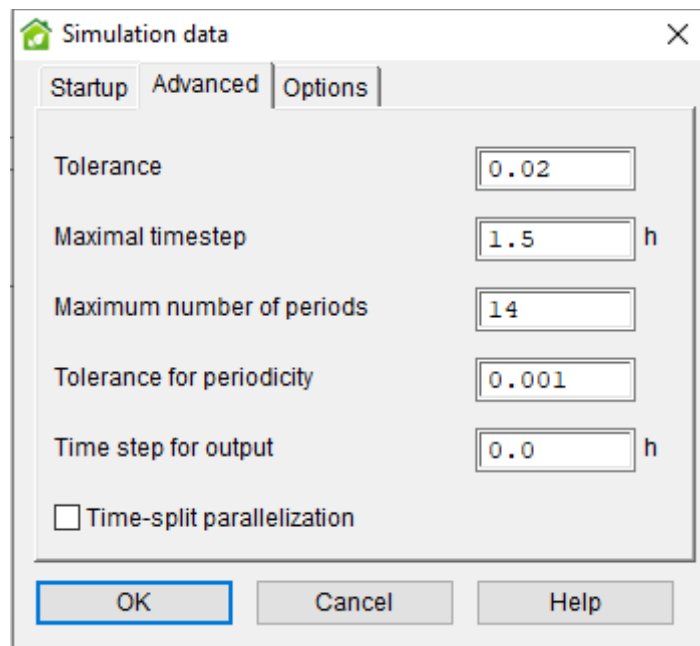
Etter å ha blitt ferdig med definering av zones var modellen klar for simulering.

Siden det ble gitt data til reellforbruk fra 2018 for dette rekkehuset ble det også satt inn klimadata fra Oslo for 2018. Dette for å få mest mulig realistisk simulering iht til faktiske forhold utvendig.



Figur 19 viser valgt lokasjon og klimadata fra 2018

Før det ble startet med simuleringer, måtte det defineres hvordan informasjonen fra IDA ICE skulle tas ut. Siden det gitte reellforbruk var oppgitt i antall timer i et helt år ble også dette definert som vår output av informasjon i IDA ICE.



Figur 20 viser hvordan simuleringsdata skal eksporteres

Før det ble startet med å simuleringer ble det utført sensitivanalyse. Sensitivanalyse innebærer å undersøke påvirkningen ulike uavhengige variabler har på avhengige variabler. Måten sensitivanalyse ble utført på var ved å bytte forskjellige energikilder for å se hva som ga mest utslaget på energiforbruket.

Videre ble det startet med simuleringer for å oppnå riktig simulertforbruk iht til reellforbruk kontra simulertforbruk. Excelarket som ble utarbeidet viste avhengighet mellom reellforbruk og simulertforbruk; *R square* som gir oss pekepinn på hvor langt simulertdata er fra reellforbruk i prosent.

	A	B	C	D	E	F	G
7	Varmebatteri %	1	1	1	1	1	1
8	Energy meters (electric heatin	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
9	Kjølebatterv %	1	1	1	1	1	0
10	Varme gjenvinner %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
11	Varmebehov	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
12	VVB						
13	Ventilasjon						
14	Generator effektivitet	0	0	0	1	1	1
15	Internlaster	0	0	0	0	1	1
16	Kuldebro	0,0	0,00	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
17	Lekkasjetall	0,5	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
18	Luftmengder CAV	STD	STD	STD	STD	STD	STD
19	Ventilasjon	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
20	Varmesettpunkt	21	21	21	21	21	21
21	U-verdi vinduer	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
22	U-verdi tak	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
23	U-verdi vegger	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
24	R square	0,291	0,291	0,293	0,293	0,283	0,283

Figur 21 viser bestemmelseskoeffisienten i Excel

R square, R^2 (bestemmelseskoeffisient) viser hvor nær simulerte verdier er regresjonslinjen til de målte verdiene. Det er en annen statistisk indeks som vanligvis brukes til å måle usikkerheten til modellen. Det er begrenset til mellom 0,00 og 1,00 der den øvre verdier betyr at de simulerte verdiene samsvarer perfekt med de målte og nedre betyr motsatt. Det er ikke bestemt hvor verdien for kalibrert modell skal ligge, men alt mellom 0,7-0,8 er antatt som bra. [23]

$$R^2 = \left(\frac{n \cdot \sum_{i=1}^n m_i \cdot s_i - \sum_{i=1}^n m_i \cdot \sum_{i=1}^n s_i}{\sqrt{(n \cdot \sum_{i=1}^n m_i^2 - (\sum_{i=1}^n m_i)^2) \cdot (n \cdot \sum_{i=1}^n s_i^2 - (\sum_{i=1}^n s_i)^2)}} \right)^2$$

Siden alt forbruk også oppvarming av rekkehuset var på elektrisitet måtte simuleringen legges rundt 0,7 (R square) for å få mest mulig realistisk forbruk, som vist i figur under.

C	D	E	F
Totalt i 2018 (KWh)	Toleranssegrense +/- 20%	Max verdi vi skal forholde oss til	Min verdi vi skal forholde oss til
13682,735	2736,547	16419,28200000	10946,18800000
		R square = 0,7	

Figur 22 viser verdier det skal forholdes til i et Excel-oppsett

Figuren under viser en tabell som ble utarbeidet sammen med brukerne i huset. Tabellen ble utarbeidet for å få en mest mulig realistisk og nøyaktig simulering.

Detaljene i figuren under ble lagt til i IDA ICE-modellen etter hvert simuleringer for å sjekke hvordan de påvirket resultatene.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Zone no.			1	2	3	4	5	6	7
2	Floor			Basement	Basement	1 and 2	1st floor	1st floor	2nd floor	2nd floor
3	Room(s)			Living room	Corridor and storage rooms	Living room, kitchen (1st floor), corridor and storage room (2nd floor)	Entrance	WC	Sleeping rooms	Bathroom
4	Heating	System		Electric radiators	No Heating	Electric radiators	No Heating	Electric radiators	No Heating	Electric floor heating
5		Setpoint [°C]		19	-	22	-	22	-	24
6		Setback setpoint [°C]		19	-	20	-	22	-	24
7	Ventilation	System		Natural, single sided	Natural, single sided	Exhaust fan system	Exhaust fan system	Exhaust fan system	Exhaust fan system	Exhaust fan system
8		Supply from zone no.		Outdoors	Outdoors	Outdoors	zone 3	zone 4	Outdoors	zone 3
9		Exhaust to zone no.		Outdoors	Outdoors	Outdoors	Outdoors	Outdoors	Outdoors	Outdoors
10		Supply airflow rate [m³/h]		30	10	90	36	36	104	54
11		Exhaust airflow rate [m³/h]		30	10	108	36	36	104	54
12	Internal heat gains [W]	People		-	-	240	-	-	240	-
13		Lighting		-	-	120	-	-	-	-
14		Equipment		-	50	100	-	-	-	-
15	Schedules of parameters which are not always on	Space heating night setback		-	-	mo-fr 23-17 sa-su 23-7	-	-	-	-
16		People		-	-	mo-fr 17-23 sa-su 7-23	-	-	23-7	-
17		Lighting		-	-	mo-fr 17-23 sa-su 7-23	-	-	-	-

Figur 23 viser hvordan huset blir brukt

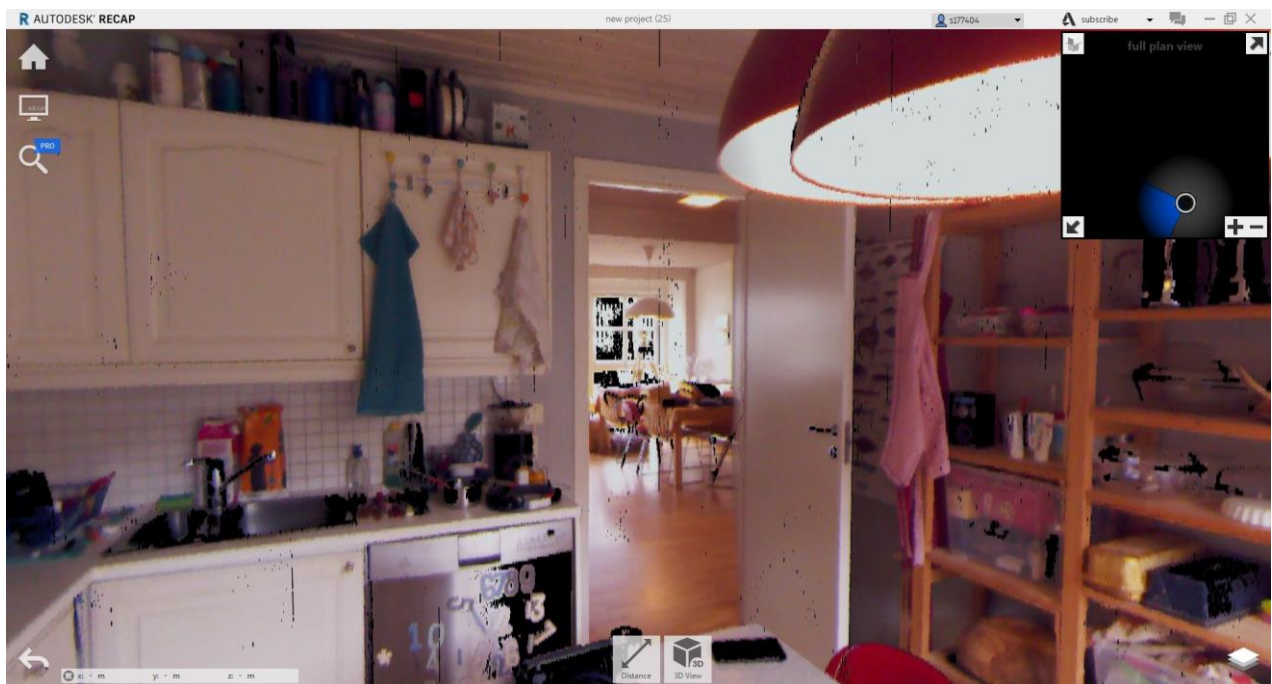
4 Resultat og diskusjon

I dette kapittelet blir resultater fra metodedelen presentert. Resultatdelen er delt inn i fire ulike deler. Resultatene presteres i rekkefølgen: Resultatene av punktskyene, modellene i Revit og IDA ICE.

4.1 Punktsky i ReCap

Det ble laget oversiktlig og rent punktsky i ReCap. Et slik punktsky kan brukes til mer enn bare forarbeid for bygging av Revit modell.

Hvis det ses nøye på punktskyen vist i figur under ser man detaljer som er tatt med ved skanning. I denne oppgaven er det prøvd å få med detaljer fra rommene inn på Revit modellen i den grad det trengtes. Punktskyene i ReCap gir så detaljert innblikk av rommet at det kan fortas en skikkelig befaring uten fysisk deltakelse. En slik type løsning/befaring kan være en god løsning for f.eks. funksjonshemmende personer som ikke har mulighet til å være med på fysiske befaringer, men som også skal jobbe med prosjektet. Ut ifra punktskyene kan det også fastslås hvilken type materiell de forskjellige innredningene har og som er blitt brukt i de forskjellige rommene. Punktskydetaljer er med på å gi et bedre innblikk av hvordan huset blir brukt samt kan få mer realistiske internlaster med tanke på innredning og tilstedeværelse. Hvis det er flere fag som skal være med på å bygge ut ifra skanning kan også detaljer fra punktskyene være en løsning.



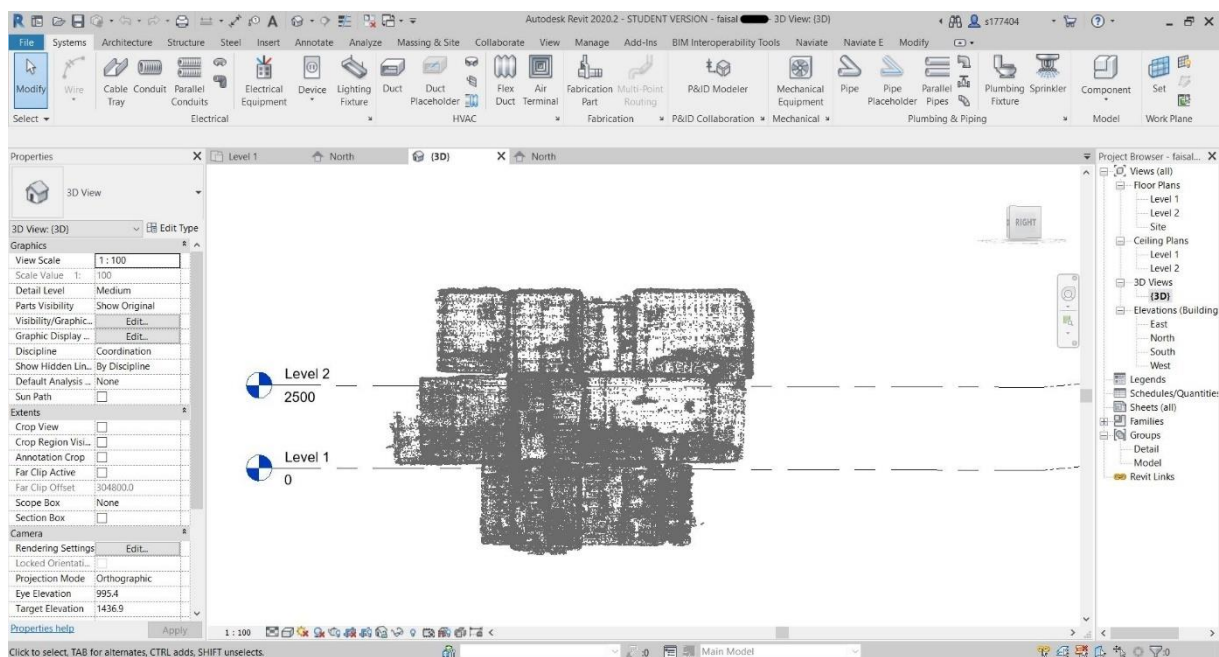
Figur 24 viser punktsky i farger som viser detaljer

4.2 Modellene i Revit

Det ble satt flere milepæl i Revit. De to første milepælene omhandlet punkttskyene; å kunne se to type modeller. Deretter ble det bygget en ferdig modell ut ifra punkttskyene som siste resultat i Revit.

4.2.1 Punktskymodell av HoloLens

Den første milepæl var av punkttskyer fra HoloLens.

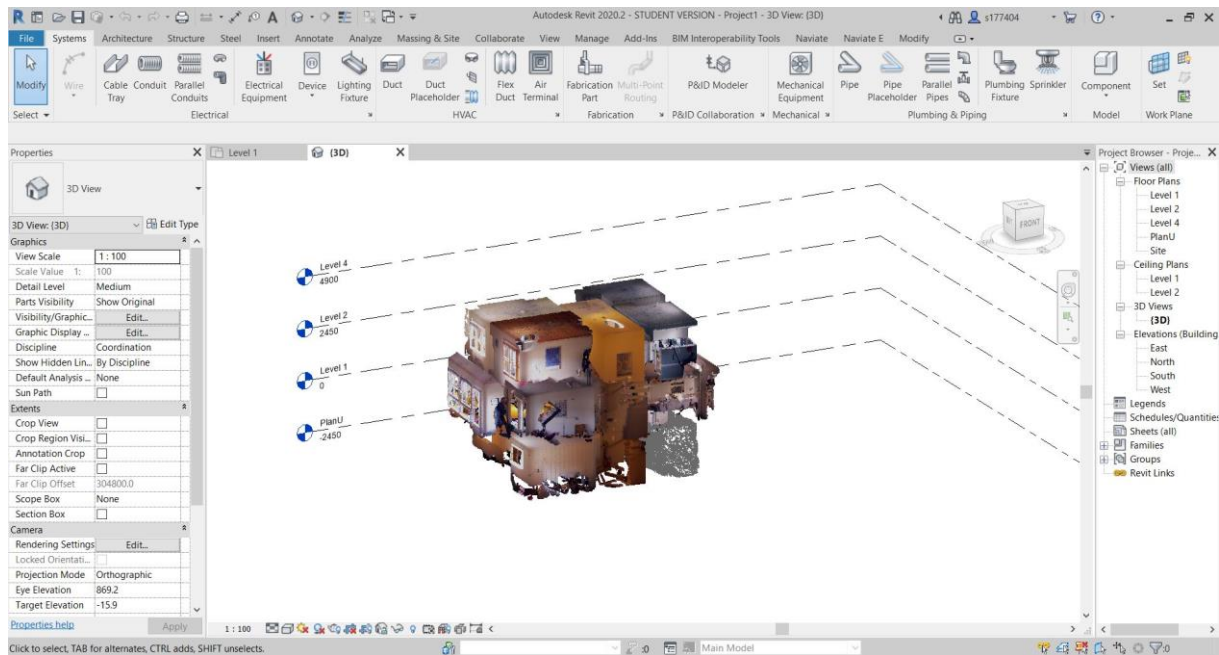


Figur 25 viser svart-hvitt punktskymodell i Revit

Ut ifra punktskymodellen vist i figur over er det svært vanskelig å lese detaljer. For en som ikke har jobbet med å rense modellen eller ikke har vært med på skanning er det vanskelig å se forskjellen på rommene og hva de betjenes som. Det er heller ikke lett å se hvor det skal plasseres vegger, dører og vinduer ut ifra denne svart-hvitt modellen. Derfor var HoloLens punkttskyer ment som et supplement til Topcon ScanMaster. Det måtte bygges en modell av HoloLens for å se hvilke rom det trengtes å ta med som supplement videre.

4.2.2 Punktskymodell av Topcon ScanMaster

Den andre milepæl var av punktskyer fra Topcon ScanMaster.



Figur 26 viser fargerikt punktskymodell i Revit

Ut ifra punktskymodellen vist i figur over er det svært lett å se detaljer om de forskjellige rommene. Uavhengig om det har blitt jobbet med modellen eller ei kan man lett gjenkjenne rommene, lett se forskjellen på rommene, og hva de betjenes som. Det er også lett å se hvor det skal plasseres vegger, dører og vinduer ut ifra denne fargerike modellen. Derfor er det forståelig at HoloLens er supplement til denne modellen og ikke omvendt.

Hvis figuren over analyseres nøye, så legges det fort merke til at punktskyen helt nederst til høyre er ikke fargerikt som alle andre. Det er supplement fra HoloLens.

Det er viktig å huske at de detaljene som blir vist i Revit-modellen over er rensert via ReCap. Hvis det er ønskelige med full detaljertoversikt over rommene må eventuelle rom åpnes i ReCap for seg selv og befares.

4.2.3 Modellen i Revit

I figur under kan vi se at Modellen i Revit ble helt lik som rekkehuset. Dem fikk lik form og kunne lett relateres. Det ble også plassert skråtak over kjøkkenet og inngangspartiet samt over hele huset.

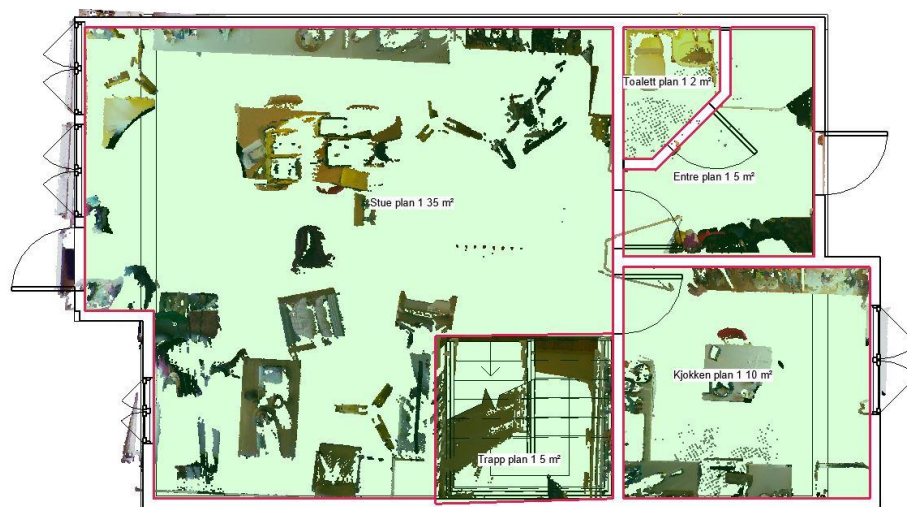


Figur 27 viser ferdig modell i Revit



Figur 28 viser rekkehuset i virkeligheten

Modellen i Revit fikk sammen areal som i virkeligheten. Det viser hvor realist modell det kan utarbeides med denne type skanning.

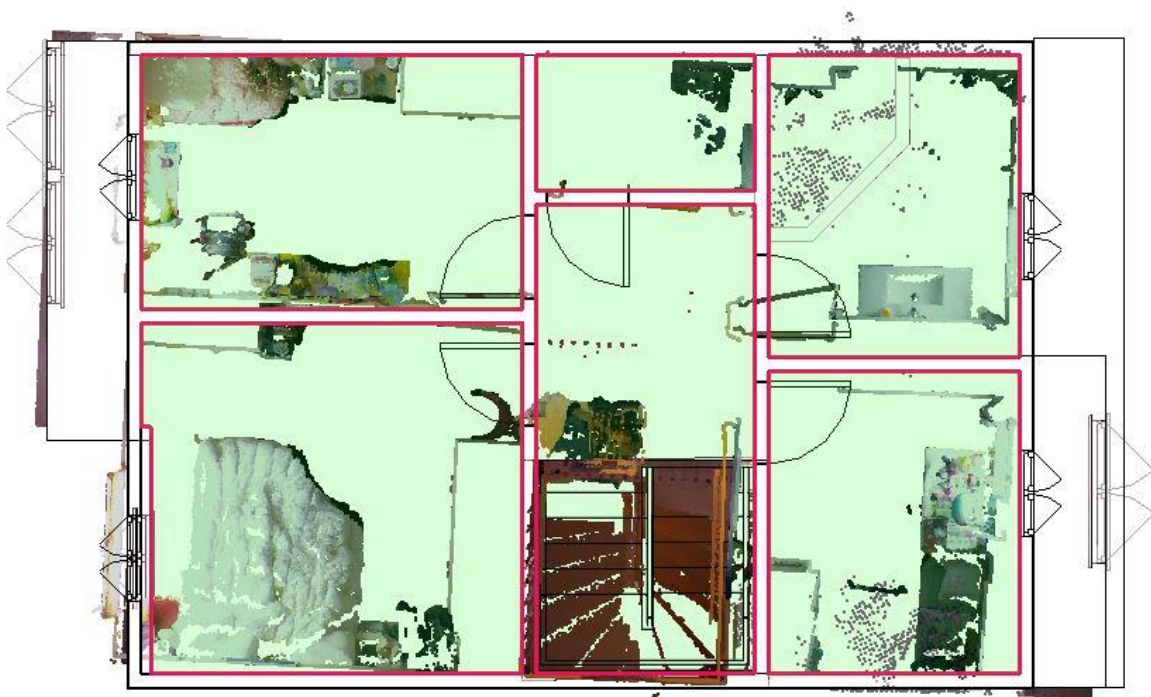


Figur 29 viser antall kvm det er i førsteetasje

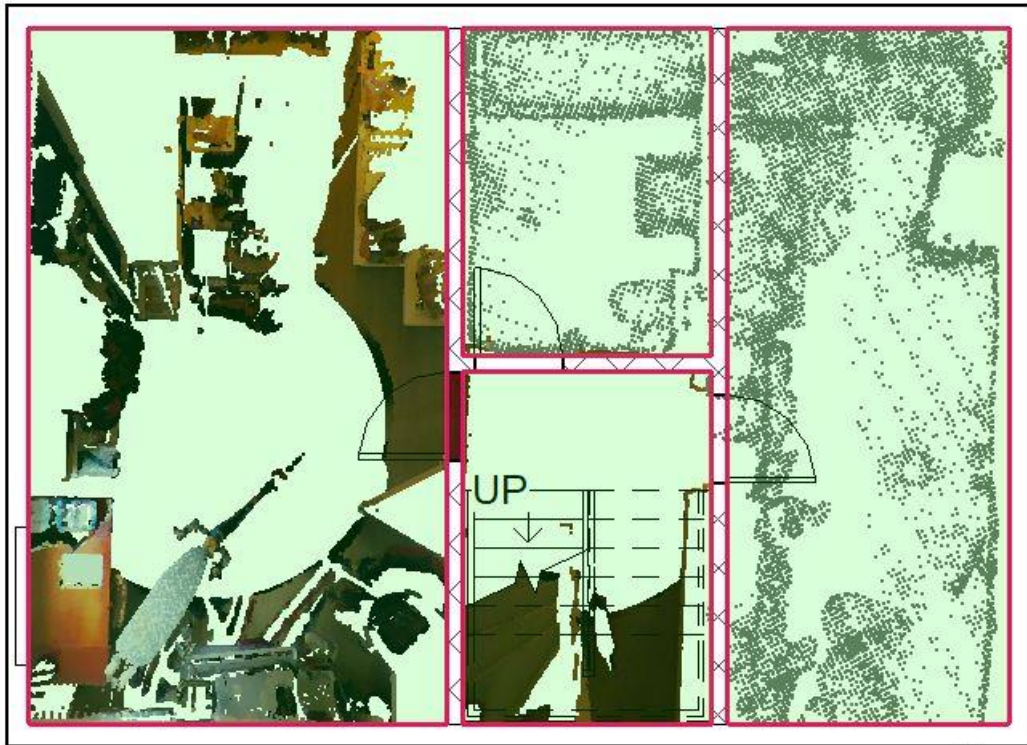
Det ble brukt standardverdier- og materiell i Revit for å lage innvendig konstruksjon.



Figur 30 viser førsteetasje



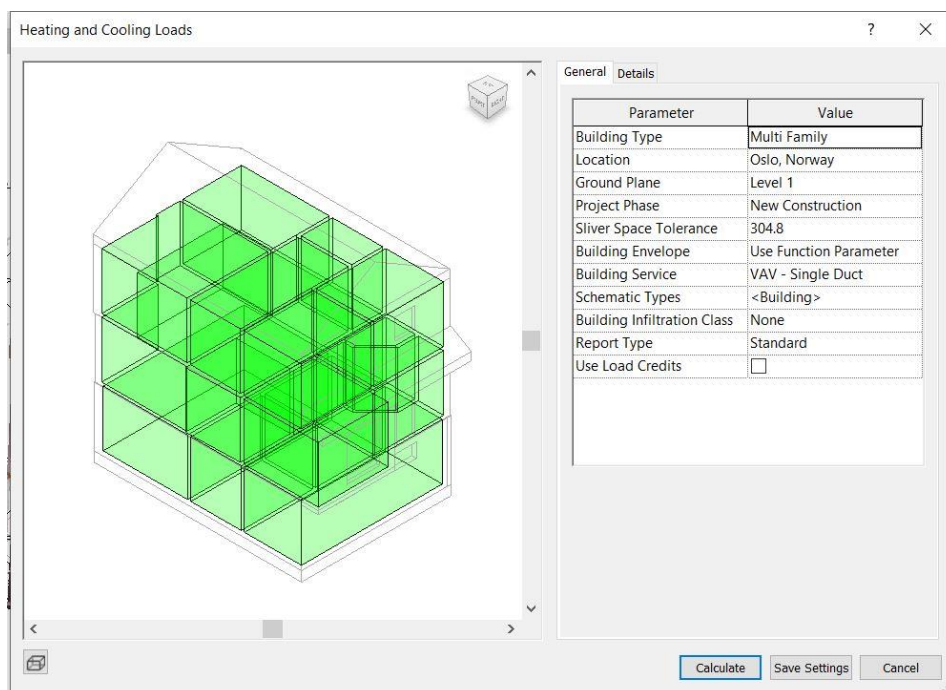
Figur 31 viser andreetasje



Figur 32 viser kjelleretasje

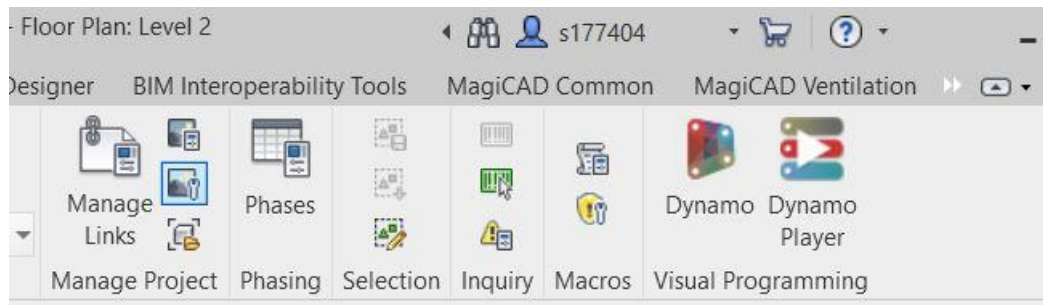
I Revit er det masse muligheter, her kan det gjøre masse med modellen. Det kan blant annet lagre informasjon, utføre simuleringer og mange forskjellige analyser.

Vi har valgt å utføre simuleringer i IDA ICE men det er godt mulig å utføre energisimuleringer i Revit også.



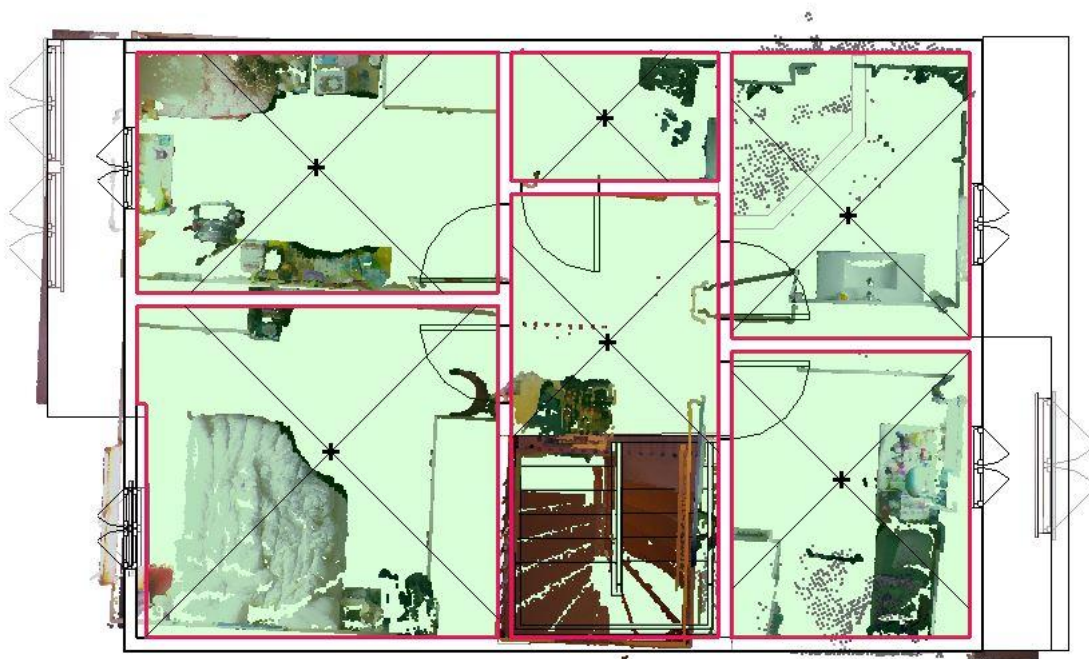
Figur 33 viser hvordan det kan foretas energisimulering i Revit

Det finnes mange tilleggsværktøy som man kan laste ned og bruke sammen med standard Revit. Det har blitt prøvd å bruke tre forskjellige metoder i Revit for å hente inn informasjon eksternt. Det ene var ved IFC-import, den andre ved MagiCad og den siste var Dynamo.



Figur 34 viser tilleggsværktøy Dynamo

Vi har brukt en funksjon som heter Spaces for å definere soner, slik at soner lett kan oppdages i IDA ICE.



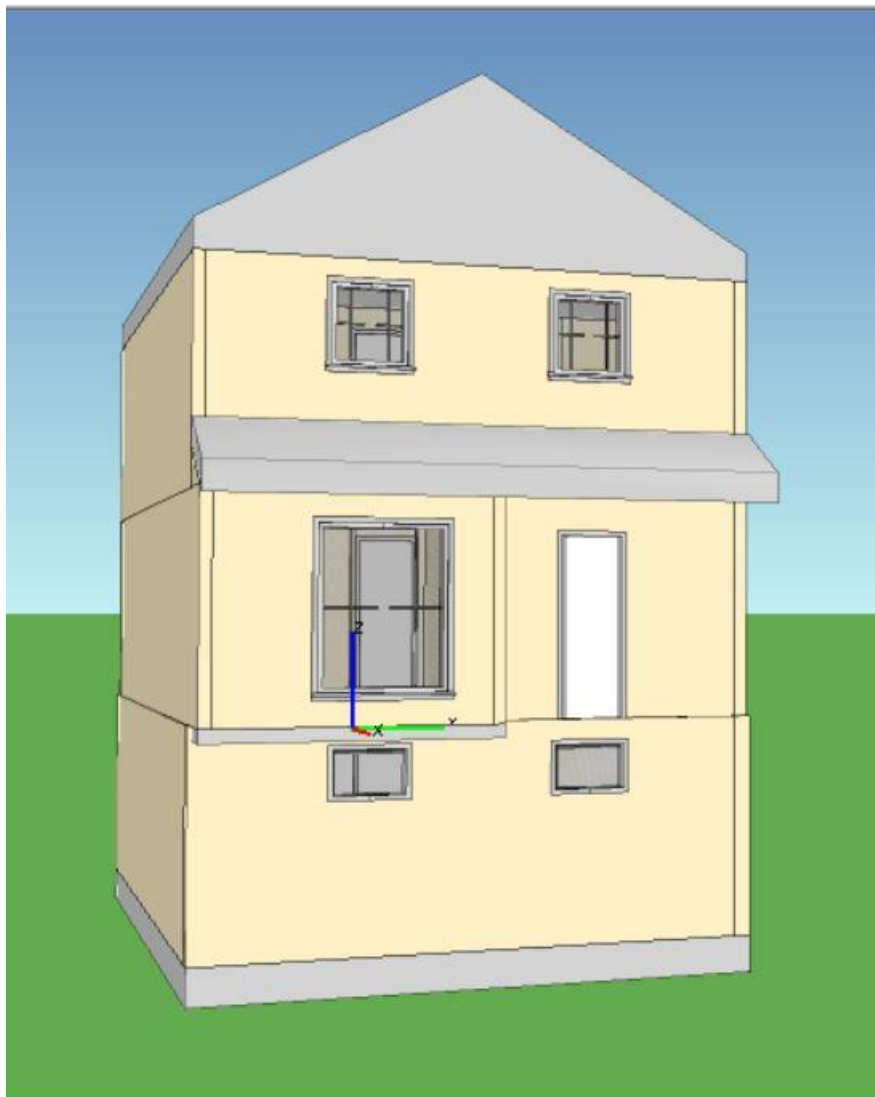
Figur 35 viser spaces som er definert i Revit

4.3 IDA ICE

Det ble også satt flere milepæl i IDA ICE. De to første milepælene omhandlet bygging av modell og seksjonering av soner. Deretter ble det simulering og sammenlikninger av simuleringresultater.

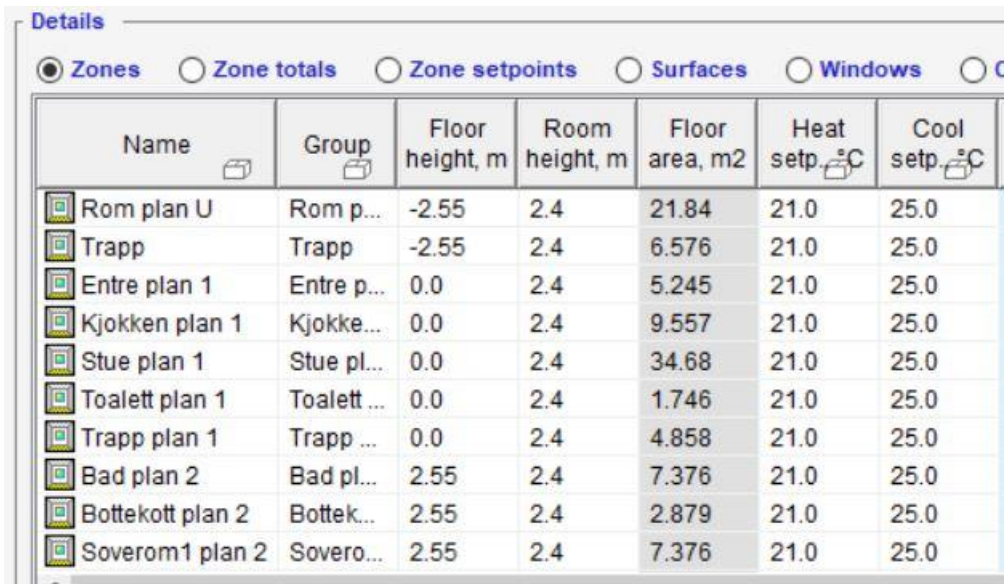
4.3.1 Modellen i IDA ICE

Modellen i IDA ICE ble lik modellen i Revit og i virkeligheten.



Figur 36 viser modellen i IDA ICE

IDA ICE modellen ble definert i soner slik det var mulig å simulere.



Name	Group	Floor height, m	Room height, m	Floor area, m2	Heat setp. °C	Cool setp. °C
Rom plan U	Rom p...	-2.55	2.4	21.84	21.0	25.0
Trapp	Trapp	-2.55	2.4	6.576	21.0	25.0
Entre plan 1	Entre p...	0.0	2.4	5.245	21.0	25.0
Kjøkken plan 1	Kjokke...	0.0	2.4	9.557	21.0	25.0
Stue plan 1	Stue pl...	0.0	2.4	34.68	21.0	25.0
Toalett plan 1	Toalett ...	0.0	2.4	1.746	21.0	25.0
Trapp plan 1	Trapp ...	0.0	2.4	4.858	21.0	25.0
Bad plan 2	Bad pl...	2.55	2.4	7.376	21.0	25.0
Bottekott plan 2	Bottek...	2.55	2.4	2.879	21.0	25.0
Soverom1 plan 2	Sovero...	2.55	2.4	7.376	21.0	25.0

Figur 37 viser definerte zones i IDA ICE

Det ble forsøkt å eksportere resultater fra IDA ICE simuleringer tilbake til Revit. Det ble brukt masse tid på dette. Det ble forsøkt IFC-eksport fra IDA ICE noe som lot seg gjøre, men IFC-import i Revit var ikke lett. Revit fikk ikke lest denne IFC-filen. Etter å ha prøvd X antall ganger, ble det sendt e-post til EQUA. Der det ble opplyst at de ikke hjelper studenter. Videre så ble det sett på alternativ løsninger deriblant annet tilleggsverktøy i Revit; MagiCad og Dynamo. MagiCad hadde samme problemer som EQUA, mens Dynamo løsning kunne ha vært et alternativ. Det ble prøvd å lage en logikk mellom IDA ICE og Revit i Excel slik det skal gjøres i Dynamo, men grunnet dårlig tid ble det ikke fullført.

Overordnet sensitivanalyse viser at det som har mest påvirkning på modellen er hvilken type oppvarmingskilde som blir brukt. Det som også har noe betydning er lekkasjetall og infiltrasjon. Det som var overaskende, var at U-verdier på dører og vinduer ikke hadde så stor betydning for energiforbruk.

4.3.2 Simuleringsresultat

Etter å ha utført sensitivanalyse samt simuleringer tok det ca. 66 simuleringer for å oppnå riktig resultat. I figuren under kan man se oppsettet som viser hvilke parameter som har blitt stilt inn for å oppnå forskjellige resultater.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
8	Energy meters (electric heating)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
9	Kjølebatterv %	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Varme gjenvinner %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
11	Varmebehov	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
12	VVB													
13	Ventilasjon													
14	Generator effektivitet	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	Internlaster	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	Kuldebro	0,0	0,00	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
17	Lekkasjetall	0,5	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
18	Luftmengder CAV	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD
19	Ventilasjon	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
20	Varmesettpunkt	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
21	U-verdi vinduer	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
22	U-verdi tak	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
23	U-verdi vegger	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,048	0,048	0,048	0,048
24	R square	0,291	0,291	0,293	0,293	0,283	0,283	0,663	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283
25		Sim 1	Sim 2	Sim 3	Sim 4	Sim 5	Sim 6	Sim 7	Sim 8	Sim 9	Sim 10	Sim 11	Sim 12	Sim 13
26		3565,121												
27	01.01.2018 01:00	0,824	0,824	0,825	0,825	0,817	0,817	1,458	0,817	0,817	0,817	0,817	0,817	0,817
28	01.01.2018 02:00	0,819	0,819	0,819	0,819	0,811	0,811	1,451	0,811	0,811	0,811	0,811	0,811	0,811
29	01.01.2018 03:00	0,796	0,796	0,796	0,796	0,788	0,788	1,423	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788
30	01.01.2018 04:00	0,783	0,783	0,783	0,783	0,775	0,775	1,407	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775
31	01.01.2018 05:00	0,749	0,749	0,749	0,749	0,741	0,741	1,365	0,741	0,741	0,741	0,741	0,741	0,741
32	01.01.2018 06:00	0,748	0,748	0,748	0,748	0,740	0,740	1,363	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740
33	01.01.2018 07:00	0,788	0,788	0,788	0,788	0,780	0,780	1,413	0,780	0,780	0,780	0,780	0,780	0,780
34	01.01.2018 08:00	0,825	0,825	0,825	0,825	0,817	0,817	1,459	0,817	0,817	0,817	0,817	0,817	0,817
35	01.01.2018 09:00	0,852	0,852	0,852	0,852	0,844	0,844	1,492	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
36	01.01.2018 10:00	0,882	0,882	0,882	0,882	0,874	0,874	1,529	0,874	0,874	0,874	0,874	0,874	0,874

Figur 38 totaloppsett med parametere og simuleringer

Det ble også konkludert med at parametere som utgjør største påvirkninger på energiforbruk i modellen er varmekilde, kuldebro og lekkasjetall.

	A	BL
7	Varmebatteri %	0,20
8	Energy meters (electric heating)	OFF
9	Kjølebatterv %	0
10	Varme gjenvinner %	0,49
11	Varmebehov	KONS
12	VVB	
13	Ventilasjon	
14	Generator effektivitet	1
15	Internlaster	1
16	Kuldebro	0,28981
17	Lekkasjetall	6,1
18	Luftmengder CAV	STD
19	Ventilasjon	0,6
20	Varmesettpunkt	21
21	U-verdi vinduer	1,9
22	U-verdi tak	0,172
23	U-verdi vegger	0,048
24	R square	0,695
25		Sim 63

Figur 39 viser parametere og verdier for den endelige simulasjonen

Siden bygget er bygget iht byggekrav fra 1990-1994 har det blitt satt høye U-verdier enn det som er vanlig i TEK10 og TEK17. Figuren under ble brukt for å ta ca. utgangspunkt fra 1990.

Tabell 2.3.4

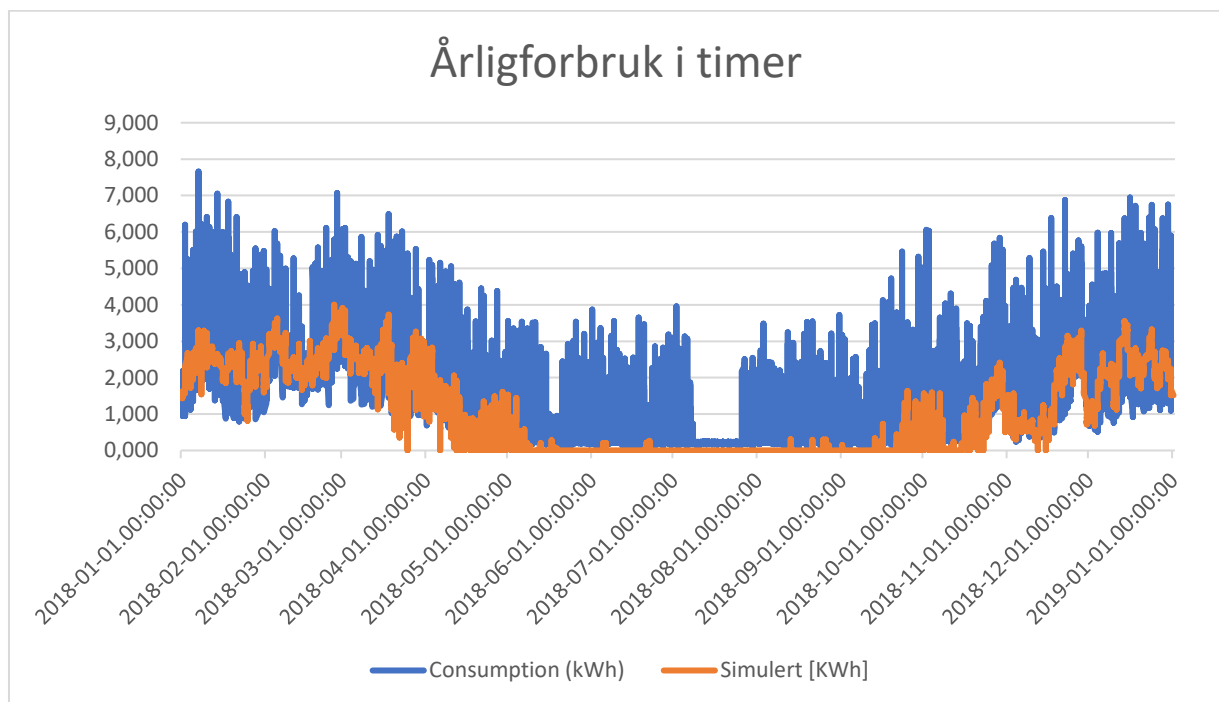
Minstekrav til U-verdi (W/m^2K) for småhus i perioden 1960–1990. Se [<http://oppslagsverket.dsb.no/>] for mer utfyllende informasjon om tidligere byggeforskrifter.

Bygningsdel	1949	1969	1983		1987
	Klimasoner I–IV	Klimasoner IV–I	Alt. 1	Alt. 2	*
Yttervegg, tre	0,70–1,05	0,46–0,58	0,25	0,35	0,30
Yttervegg, mur	0,81–1,16	0,70–1,04	0,80		0,30
Vindu			2,70	2,10	2,40
Dør			2,00		2,00
Tak	0,70–1,05	0,41–0,46	0,23		0,20
Kjellervegg (frostfri)	1,16–1,86	1,57–2,33	0,80		0,80
Golv mot kjeller		0,58–0,70	0,30		0,30
Golv mot det fri		0,41–0,46	0,23		0,20
Golv på grunnen			0,30		0,30

* I Byggeforskrift 1987 gjaldt tre ulike kravsnivå til U-verdi for småhus avhengig av innetemperature. Inndeling: $>18\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{--}18\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $0\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (frostfritt)

Figur 40 viser U-verdier for småhus i periode 1960-1990

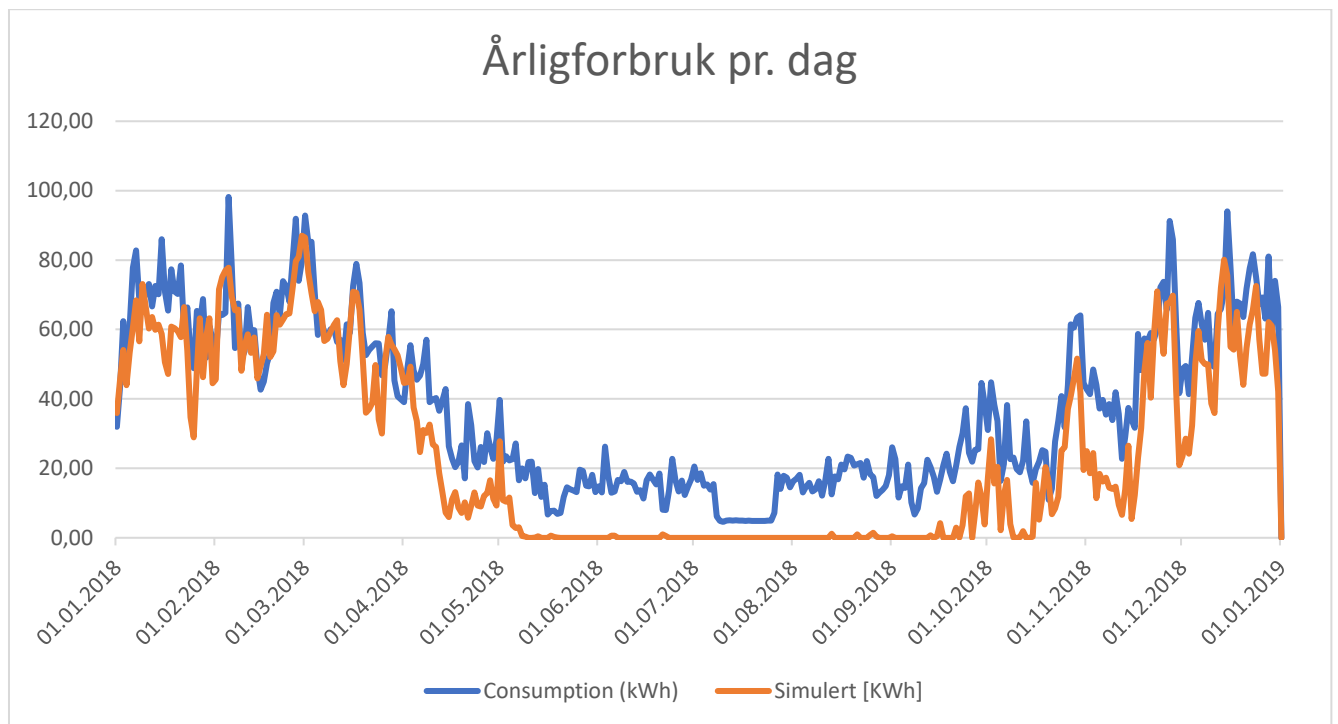
Etter sensitivanalyse og masse simuleringer kom det fram resultat, vist i figurene under.



Figur 41 viser årligforbruk i timer

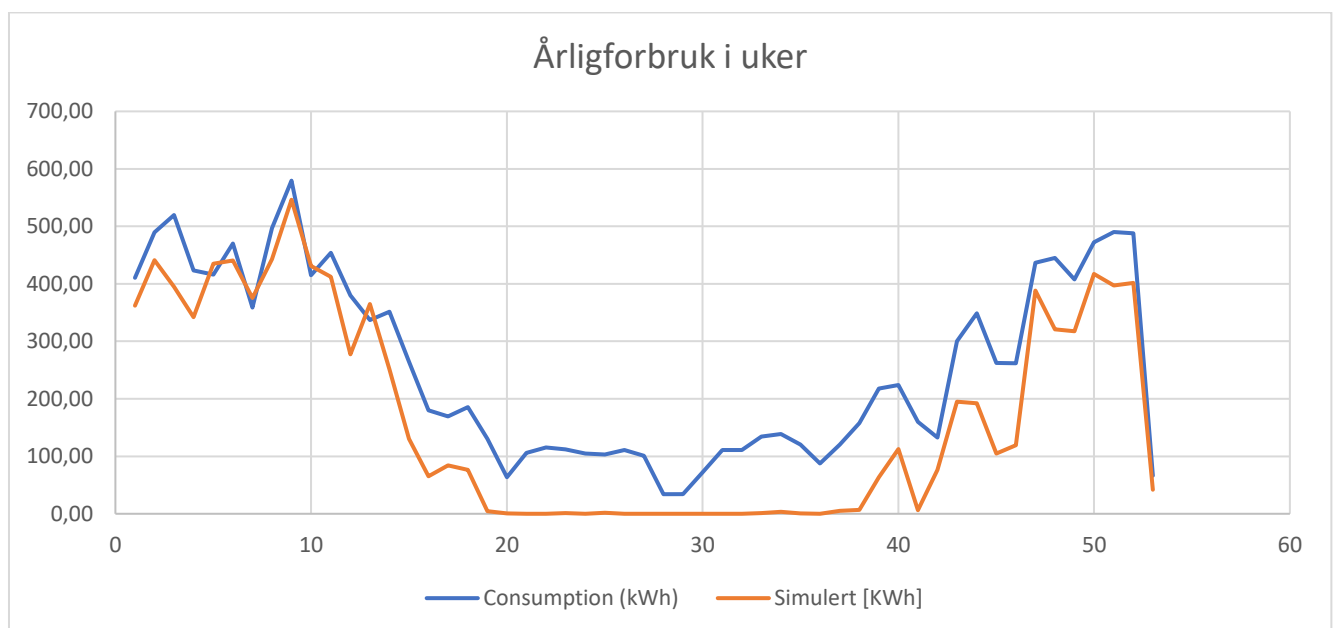
Figuren over viser årligforbruk KWh (y-akse) *consumption* i timer (x-akse). Gitte grafen i timer blir ganske uoversiktlig, og det er vanskelig å se/lese avhengigheter.

Grafen ble gjort om i Excel fra timer til dager for å få et bedre og enklere bilde av helheten. Ut ifra grafen under er det er mulig å lese hvordan grafene oppfører seg på de forskjellige dagene. Det er lett å legge merke til at forbruk for oppvarming fra slutten av mai til midten av september lik null.



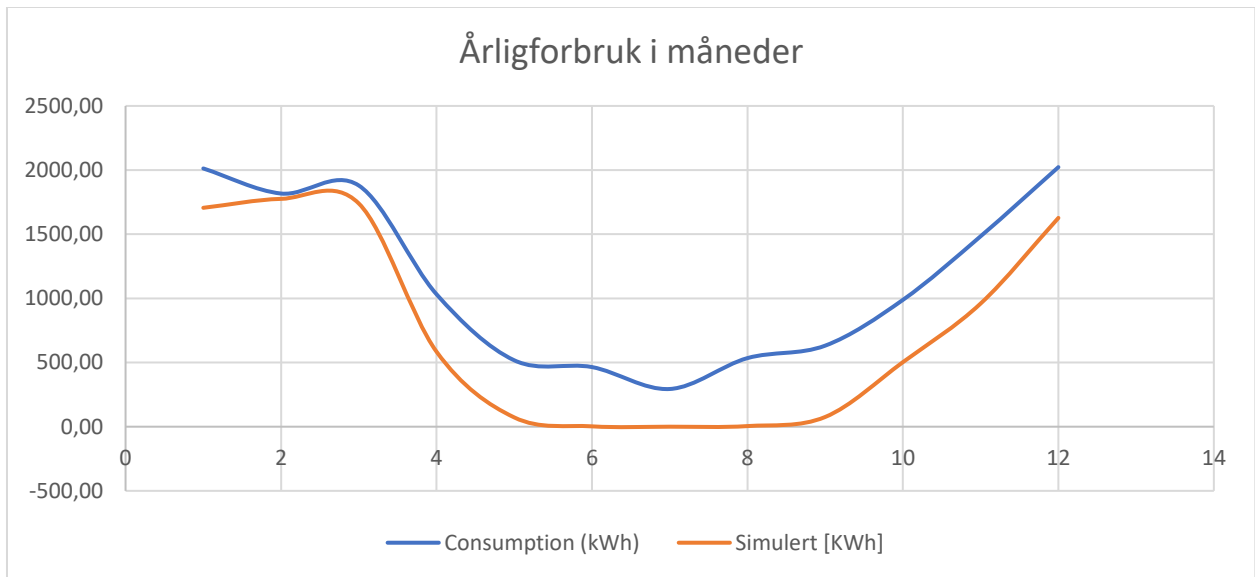
Figur 42 viser årligforbruk pr. dag

Grafen ble gjort om fra dager til uker for å få et enda bedre og enklere bilde av helheten. Ut ifra grafen er det lett å se at det blir brukt mer energi på oppvarming i kuldeperioden.



Figur 43 viser årligforbruk i uker

Excelgrafen under ble gjort om fra dager til måneder for å få et siste bilde av helheten. Her ses det klart at vi ligger på ca. 70% av energiforbruk over hele året. Begge grafene følger hverandre med et bestemt delta *KWh*.



Figur 44 viser årligforbruk i måneder

5 Konklusjon og videre arbeid

Hovedmålet med denne oppgaven var å prøve ut en metode for å oppnå raskere energisertifisering samt flere delmål.

Skannemetoden som ble brukt for å oppnå raskere energisertifisering var en bra og effektiv måte. I løpet av kort tid var hele huset skannet, og det var mulig å starte med neste steg. Eneste ulempen med Topcon ScanMaster er at den bruker stor plass ved skanning. Det fører til at det må være alternativ skanning i tillegg, som i vårt tilfelle var HoloLens.

Topcon ScanMaster 3D skanning gir detaljertopplevelse av rommet i ReCap, disse skanningene kan godt brukes til noe annet enn bare sertifiseringsformål. Slike skanninger kan blant annet brukes som befaringer og kan være alternativ for de som ikke har mulighet til å være med fysisk tilstedte. Det kan også være en mulighet at med den type detaljert skanning kan føre til at modelloppbygging og selve sertifisering kan flyttes til utlandet.

Modellen i Revit var veldig bra og realistisk. En som har kunnskap til Revit kan bygge en slik modell av punktskyene relativt fort. Det er også mulig å utføre energisimuleringer i Revit, men i vårt tilfelle var ikke dette mulig. Da vi skulle simulere for et bestemt sted og periode, noe Revit ikke har mulighet til å utføre. Også en av hovedgrunnene til at vi valgte Revit er muligheten til å lagre informasjon direkte i modellen.

IDA ICE modellen som ble importert fra Revit i form av IFC-import ble veldig bra. Det ble utført simuleringer for å sammenlikne reellforbruk mot simulertforbruk. Her ble det gjort sensitivanalyse og brukt bestemmelseskoeffisient for å oppnå ønskede resultater.

Prosjektet her viser en raske og effektiv metode for å oppnå energisertifisering. Med god kunnskap innenfor de forskjellige programmene kan energisertifisering kokes ned til ca. en uke. Denne metoden har flere fordeler og resultatene kan brukes til mye mer. Energidata som blir utarbeidet i IDA ICE bør lagres på en BIM modell som enkelt kan kommunisere med hverandre. Det som ikke har blitt sett på er kostnaden for å utføre en slik skanning, da økonomi spiller en stor rolle for privatperson. Videre kan det forskes på om energisertifisering kan ha påvirkning på boligene som blir solgt.

6 Referanse

- [1] J.Gelegenisa, Diakoulaki, H.Lampropoulou, G.Giannakidis, M.Samarakou, N.Plytasa. (2017). Perspectives of energy efficient technologies penetration in the Greek domestic sector, through the analysis of Energy Performance Certificates.67. 56-67. Hentet fra <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.051>
- [2] Benedikte Wralsen, Christofer Skaar, Reyn O’Born. (August 2018). Life Cycle Assessment of an Ambitious Renovation of a Norwegian Apartment Building to nZEB Standard. Hentet 14.04.2020
- [3] Oleksii Pasichnyi, Jorgen Wallin, Fabian Levihn, Hossein Shahrokni, Olga Kordas. April 2019. *Energy performance certificates – New opportunities for data-enabled urban energy policy instruments?* Hentet 13.05.2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518307894>
- [4] DESIGNING AND BUILDING BETTER WITH BIM: What is BIM <https://www.autodesk.com/solutions/bim>. Hentet 03.01.2020
- [5] What are the benefits of BIM? What is BIM? Hentet 03.01.2020 <https://www.autodesk.com/solutions/bim/benefits-of-bim>
- [6] Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs
- [7] Topcon releases ScanMaster v3.05 software upgrade. Hentet 11.05.2020 <https://www.topconpositioning.com/insights/topcon-releases-scanmaster-v305-software-upgrade>
- [8] Intae Yang, Tri Dev Acharya, Dongha Lee. (Januar 2017). *Reverse engineering of a bobsleigh structure using lidar*. Hentet fra: https://www.researchgate.net/profile/Intae_Yang/publication/316250568_Reverse_engineering_of_a_bobsleigh_structure_using_lidar/links/5a40d6710f7e9ba8689ee5aa/Reverse-engineering-of-a-bobsleigh-structure-using-lidar.pdf
- [9] Peter Skovbjerg Jensen. (2018, 24.04). Hva er augmented reality? Hentet 17.01.2020 <https://komputer.no/it-og-samfunn/ny-teknologi/hva-er-augmented-reality>
- [10] Grand Valley State University. TECHNOLOGY SHOWCASE: 7 Things about Microsoft Hololens. Hentet 25.02.2020
- [11] Khiem Andre Nguyen, Odd Austin Fauske, Andreas Saunes & Mustafa Ibrahim. Supervisors: Alex Gonzalez Caseres og Ernst Erik Hempel. (2019). *Improving the Geometry Modelling for Building Performance Simulation Software*. Oslo: OsloMet. Tilsendt fra Ernst Erik Hempel 29.03.2020.
- [12] Paolo Cignoni, Alessandro Muntoni Visual Computing Lab ISTI-CNR. (2020, 01.06). MeshLab. Hentet 25.05.2020 <http://www.meshlab.net/>
- [13] Marco Callieri, Guido Ranzuglia, Matteo Dellepiane, Paolo Cignoni and Roberto Scopigno.Meshlab as a Complete Open Tool for the Integration of Photos and Colour with HighResolution 3D Geometry Data. Hentet fra <https://pdfs.semanticscholar.org/7c94/4eed0aef745655906cc22e0bfbfe390fe4c6.pdf>
- [14] James Coppinger.(2020, 01.05). Autodesk ReCap: Autodesk can capture real objects with lasers. Lifewire. Hentet 01.06.2020 <https://www.lifewire.com/autodesk-recap-485205>
- [15] Whitleygroup Member, American Institute of Architects, What is REVIT? Hentet 02.05.2020 <http://www.whitleygroup.com/faq-04.html>
- [16] Autodesk. Lag koordinerte, konsekvente og komplette modellbaserte design. Autodesk. Hentet 28.05.2020 <https://www.autodesk.no/products/revit/overview>

- [17] Enova. (15.06.2015). Karacterskalaen. Hentet 05.05.2020
<https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/om-energimerkesystemet-og-regelverket/karakterskalaen/>
- [18] Tor Risberg. (2011, 03.11). Dette betyr energimerkingen: Skal du kjøpe eller leie en bolig, bør du ta en kikk på boligens energimerking. Det kan spare deg for mange tusenlapper på strømregningen. NRK. Hentet 28.05.2020 <https://www.nrk.no/livsstil/dette-betyr-energimerkingen-1.7859903>
- [19] Hva betyr energimerket for meg? (01.03.2011). Hentet 05.05.2020
<https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/kjopeleie-bolig1/hva-betyr-energimerket-for-meg/>
- [20] Eirik Hope. (2010) *Energimerking av bygninger*. Hentet 26.05.2020.
<https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/182714/Hope,%20Eirik.pdf?sequence=1>
- [21] IDA-Indoor Climate and Energy. Hentet fra 01.05.2020 <https://www.equa.se/en/ida-ice>
- [22] Targo Kalamees. (Januar 2004) *IDA ICE: the simulation tool for making the whole building energy – and HAM analysis*. Hentet 28.05.2020.
https://www.researchgate.net/profile/Targo_Kalamees/publication/241254031_IDA_ICE_the_simulation_tool_for_making_the_whole_building_energy_and_HAM_analysis/links/0f317537f34512a232000000.pdf
- [23] German Ramos Ruiz og Carlos Fernandez Bandera. (20 September 2017) Validation of Calibrated Energy Models: Common Errors. Hentet 18.05.2020.
<https://www.mdpi.com/1996-1073/10/10/1587>

Vedlegg

Simuleringer for å sjekke R square (bestemmelseskoeffisient)

Simuleringer som har blitt utført for å finne riktig R square.

	A	B	C	D	E	F	G
7	Varmebatteri %	1	1	1	1	1	1
8	Energy meters (electric heatin	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
9	Kjølebatterv %	1	1	1	1	1	0
10	Varme gjenvinner %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
11	Varmebehov	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
12	VVB						
13	Ventilasjon						
14	Generator effektivitet	0	0	0	1	1	1
15	Internlaster	0	0	0	0	1	1
16	Kuldebro	0,0	0,00	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
17	Lekkasjetall	0,5	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
18	Luftmengder CAV	STD	STD	STD	STD	STD	STD
19	Ventilasjon	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
20	Varmesettpunkt	21	21	21	21	21	21
21	U-verdi vinduer	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
22	U-verdi tak	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
23	U-verdi vegger	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
24	R square	0,291	0,291	0,293	0,293	0,283	0,283
25		Sim 1	Sim 2	Sim 3	Sim 4	Sim 5	Sim 6
26							
27	01.01.2018 01:00	0,824	0,824	0,825	0,825	0,817	0,817
28	01.01.2018 02:00	0,819	0,819	0,819	0,819	0,811	0,811
29	01.01.2018 03:00	0,796	0,796	0,796	0,796	0,788	0,788
30	01.01.2018 04:00	0,783	0,783	0,783	0,783	0,775	0,775
31	01.01.2018 05:00	0,749	0,749	0,749	0,749	0,741	0,741
32	01.01.2018 06:00	0,748	0,748	0,748	0,748	0,740	0,740
33	01.01.2018 07:00	0,788	0,788	0,788	0,788	0,780	0,780
34	01.01.2018 08:00	0,825	0,825	0,825	0,825	0,817	0,817
35	01.01.2018 09:00	0,852	0,852	0,852	0,852	0,844	0,844

H	I	J	K	L	M	N	O
1	0,9	0,8	0,5	0,4	0,2	0	0
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
21	21	21	21	21	21	21	21
1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
0,53	0,53	0,53	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
0,663	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,675
Sim 7	Sim 8	Sim 9	Sim 10	Sim 11	Sim 12	Sim 13	Sim 14
1,458	0,817	0,817	0,817	0,817	0,817	0,817	1,458
1,451	0,811	0,811	0,811	0,811	0,811	0,811	1,451
1,423	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	1,423
1,407	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	1,407
1,365	0,741	0,741	0,741	0,741	0,741	0,741	1,365
1,363	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	1,363
1,413	0,780	0,780	0,780	0,780	0,780	0,780	1,413
1,459	0,817	0,817	0,817	0,817	0,817	0,817	1,459
1,492	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	1,492

Q	R	S	T	U	V	W	X
0	0	0	0	0	1	1	1
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,3	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8
KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
STD	PRS	PRS	PRS	PRS	PRS	PRS	PRS
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
21	21	21	21	21	21	20	22
1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
0,670	-269,567	-29,201	-12,019	-12,856	-12,094	-20781369,787	-18043099,333
Sim 16	Sim 17	Sim 18	Sim 19	Sim 20	Sim 21	Sim 22	Sim 23
2,202	20,209	4,357	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
2,197	20,162	4,309	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
2,176	19,970	4,142	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
2,165	19,862	4,045	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
2,135	19,576	3,799	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
2,133	19,558	3,776	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
2,169	19,886	4,083	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
2,203	20,194	4,297	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
2,227	20,418	4,490	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
7	1	1	0	0	0	0	0	0
8	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,99	0,99	0	0	0,1	0,2	0,3	0,6
11	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
12								
13								
14	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1
16	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
17	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
18	PRS	PRS	PRS	PRS	PRS	PRS	PRS	PRS
19	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
20	22	22	22	21	21	21	21	21
21	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
22	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
23	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
24	-12,277	-16573972,762	-1,798	-1,798	-130,248	-128,193	-125,748	-114,381
25	Sim 24	Sim 25	Sim 26	Sim 27	Sim 28	Sim 29	Sim 30	Sim 31
26								
27	0,000	0,001	0,000	0,000	15,298	15,280	15,258	14,757
28	0,000	0,001	0,000	0,000	15,295	15,277	15,255	14,754
29	0,000	0,001	0,000	0,000	15,291	15,273	15,251	14,729
30	0,000	0,001	0,000	0,000	15,288	15,270	15,248	14,711
31	0,000	0,001	0,000	0,000	15,283	15,265	15,244	14,676
32	0,000	0,001	0,000	0,000	15,279	15,262	15,240	14,666
33	0,000	0,001	0,000	0,000	15,278	15,261	15,239	14,692
34	0,000	0,001	0,000	0,000	15,278	15,261	15,239	14,721
35	0,000	0,001	0,000	0,000	15,279	15,262	15,240	14,742

	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
7	0	1	1	1	1	1	1	1
8	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4
11	KONS	KONS	UTE	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
12				EL	EL	EL	EL	EL
13					EL	EL	EL	EL
14	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1
16	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
17	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
18	PRS	PRS	PRS	PRS	PRS	PRS	STD	STD
19	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
20	21	21	21	21	21	21	21	21
21	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
22	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
23	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
24	-96,875	-85,165	-85,165	-85,165	-85,165	-85,165	0,233	0,232
25	Sim 32	Sim 33	Sim 34	Sim 35	Sim 36	Sim 37	Sim 38	Sim 39
26								
27	12,328	12,305	12,305	12,305	12,305	12,305	2,937	2,937
28	12,328	12,311	12,311	12,311	12,311	12,311	2,942	2,942
29	12,320	12,303	12,303	12,303	12,303	12,303	2,921	2,921
30	12,315	12,299	12,299	12,299	12,299	12,299	2,908	2,908
31	12,304	12,289	12,289	12,289	12,289	12,289	2,880	2,880
32	12,303	12,288	12,288	12,288	12,288	12,288	2,875	2,875
33	12,315	12,303	12,303	12,303	12,303	12,303	2,903	2,903
34	12,326	12,313	12,313	12,313	12,313	12,313	2,927	2,927
35	12,334	12,320	12,320	12,320	12,320	12,320	2,943	2,943

	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV
7	0	1	1	1	1	1	1	1
8	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,5
11	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
12	EL	EL	EL	EL				
13	EL	EL	EL					
14	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1
16	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
17	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
18	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD
19	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
20	21	21	21	21	21	21	21	21
21	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
22	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
23	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
24	-8,577	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
25	Sim 40	Sim 41	Sim 42	Sim 43	Sim 44	Sim 45	Sim 46	Sim 47
26								
27	5,112	2,937	2,937	2,937	2,937	2,937	2,937	2,937
28	5,164	2,942	2,942	2,942	2,942	2,942	2,942	2,942
29	5,102	2,921	2,921	2,921	2,921	2,921	2,921	2,921
30	5,068	2,908	2,908	2,908	2,908	2,908	2,908	2,908
31	4,977	2,880	2,880	2,880	2,880	2,880	2,880	2,880
32	4,975	2,875	2,875	2,875	2,875	2,875	2,875	2,875
33	5,089	2,903	2,903	2,903	2,903	2,903	2,903	2,903
34	5,191	2,927	2,927	2,927	2,927	2,927	2,927	2,927
35	5,259	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943

AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD
1	1	0	1	1	1	1	1
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
0	0	0	0	0	0	0	0
0,6	0,45	0,45	0,39	0,46	0,48	0,55	0,49
KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
21	21	21	21	21	21	21	21
1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
0,231	0,633	-1,798	0,394	0,651	0,670	0,545	0,669
Sim 48	Sim 49	Sim 50	Sim 51	Sim 52	Sim 53	Sim 54	Sim 55
2,937	1,779	0,000	2,165	1,715	1,587	1,137	1,522
2,942	1,771	0,000	2,156	1,707	1,579	1,131	1,515
2,921	1,740	0,000	2,122	1,677	1,550	1,105	1,486
2,908	1,723	0,000	2,103	1,660	1,533	1,091	1,470
2,880	1,677	0,000	2,052	1,614	1,490	1,053	1,427
2,875	1,675	0,000	2,050	1,613	1,488	1,051	1,425
2,903	1,730	0,000	2,110	1,666	1,540	1,096	1,476
2,927	1,780	0,000	2,166	1,716	1,587	1,138	1,523
2.943	1.816	0.000	2.206	1.752	1.622	1.168	1.557

BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL
1	0,9	0	0,5	0,4	0,1	0,30	0,20
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS	KONS
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981	0,28981
6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD	STD
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
21	21	21	21	21	21	21	21
1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
0,663	0,669	-1,798	0,675	0,675	0,213	0,675	0,695
Sim 56	Sim 57	Sim 58	Sim 59	Sim 60	Sim 61	Sim 62	Sim 63
1,458	1,522	4,19E-12	1,53	1,53E+00	9,80E-01	1,53E+00	1,53E+00
1,451	1,515	4,19E-12	1,52	1,52E+00	9,78E-01	1,52E+00	1,52E+00
1,423	1,486	4,19E-12	1,49	1,49E+00	9,68E-01	1,49E+00	1,49E+00
1,407	1,470	4,19E-12	1,48	1,48E+00	9,63E-01	1,48E+00	1,48E+00
1,365	1,427	4,19E-12	1,43	1,43E+00	9,49E-01	1,43E+00	1,43E+00
1,363	1,425	4,19E-12	1,43	1,43E+00	9,49E-01	1,43E+00	1,43E+00
1,413	1,476	4,19E-12	1,48	1,48E+00	9,65E-01	1,48E+00	1,48E+00
1,459	1,523	4,19E-12	1,53	1,53E+00	9,80E-01	1,53E+00	1,53E+00
1,492	1,557	4,19E-12	1,56	1,56E+00	9,91E-01	1,56E+00	1,56E+00

Sammenligninger av verdier for å lage grafer

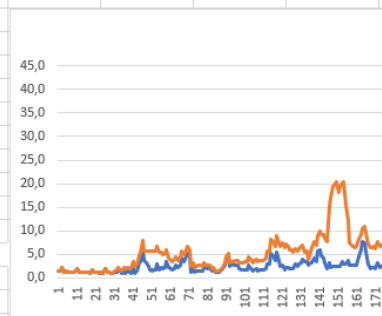
Simuleringer som har blitt utført for å finne riktig graf i forhold til R square.

	A	B	C	D	E
1	Date	Consumption (kWh)	Totalt i 2018 (KWh)	Toleranssegrense 20%	Verdier vi skal forholde oss til
2	2018-01-01.00:00:00	1,509	13682,735	2736,547	16419,28200000
3	2018-01-01.01:00:00	1,466			
4	2018-01-01.02:00:00	2,174			
5	2018-01-01.03:00:00	1,204			R square =0,7
6	2018-01-01.04:00:00	1,463			
7	2018-01-01.05:00:00	1,241			
8	2018-01-01.06:00:00	1,277			
9	2018-01-01.07:00:00	1,215			
10	2018-01-01.08:00:00	1,217			
11	2018-01-01.09:00:00	1,425			
12	2018-01-01.10:00:00	1,861			
13	2018-01-01.11:00:00	1,11			
14	2018-01-01.12:00:00	1,29			
15	2018-01-01.13:00:00	1,157			
16	2018-01-01.14:00:00	1,207			
17	2018-01-01.15:00:00	1,271			
18	2018-01-01.16:00:00	1,139			
19	2018-01-01.17:00:00	1,003			
20	2018-01-01.18:00:00	1,774			
21	2018-01-01.19:00:00	1,278			
22	2018-01-01.20:00:00	1,246			
23	2018-01-01.21:00:00	1,171			
24	2018-01-01.22:00:00	0,949			
25	2018-01-01.23:00:00	1,331			
26	2018-01-02.00:00:00	0,989			
27	2018-01-02.01:00:00	1,941			
28	2018-01-02.02:00:00	1,116			
29	2018-01-02.03:00:00	1,11			

Ordinærdata | Sim 1 | Sim 2 | Sim 3 | Sim 4 | Sim 5 | Sim 6 | Sim 7 | Sim 8 | Sim 9 | Sim 10

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Date	Consumption (kWh)	AHU heating coil power, W	Simulert [kWh]	Delta	Resultat	Totalt simulert [W]			
2	2018-01-01.00:00:00	1,509	816,84	0,81684	0,69216	8226,22603	5457,337639			
3	2018-01-01.01:00:00	1,466	810,91	0,81091	0,65509					Varmebatteri 0,4
4	2018-01-01.02:00:00	2,174	787,85	0,78785	1,38615					Varmegjenvinning 0,6
5	2018-01-01.03:00:00	1,204	775,19	0,77519	0,42881					
6	2018-01-01.04:00:00	1,463	741,01	0,74101	0,72199					
7	2018-01-01.05:00:00	1,241	739,69	0,73969	0,50131					
8	2018-01-01.06:00:00	1,277	780,16	0,78016	0,49684					
9	2018-01-01.07:00:00	1,215	817,19	0,81719	0,39781					
10	2018-01-01.08:00:00	1,217	843,95	0,84395	0,37305					
11	2018-01-01.09:00:00	1,425	874,13	0,87413	0,55087					
12	2018-01-01.10:00:00	1,861	890,88	0,89088	0,97012					
13	2018-01-01.11:00:00	1,11	847,94	0,84794	0,26206					
14	2018-01-01.12:00:00	1,29	794,86	0,79486	0,49514					
15	2018-01-01.13:00:00	1,157	766	0,766	0,391					
16	2018-01-01.14:00:00	1,207	750,23	0,75023	0,45677					
17	2018-01-01.15:00:00	1,271	751,68	0,75168	0,51932					
18	2018-01-01.16:00:00	1,139	762,49	0,76249	0,37651					
19	2018-01-01.17:00:00	1,003	763,57	0,76357	0,23943					
20	2018-01-01.18:00:00	1,774	745,2	0,7452	1,0288					
21	2018-01-01.19:00:00	1,278	740,7	0,7407	0,5373					
22	2018-01-01.20:00:00	1,246	746,28	0,74628	0,49972					
23	2018-01-01.21:00:00	1,171	776,21	0,77621	0,39479					
24	2018-01-01.22:00:00	0,949	809,15	0,80915	0,13985					
25	2018-01-01.23:00:00	1,331	833,09	0,83309	0,49791					
26	2018-01-02.00:00:00	0,989	842,05	0,84205	0,14695					
27	2018-01-02.01:00:00	1,941	862,83	0,86283	1,07817					

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Date	Consumption (kWh)	AHU heating coil power, W	Simulert [kWh]	Delta	Resultat	Totalt simulert [W]				
2	2018-01-01.00:00:00	1,509	8,37E-04	8,37E-07	1,50899916	1017,67332	14700,40832				
3	2018-01-01.01:00:00	1,466	8,37E-04	8,37E-07	1,46599916						Varmebatteri 100
4	2018-01-01.02:00:00	2,174	8,37E-04	8,37E-07	2,17399916						Varmegjenvinning 0,8
5	2018-01-01.03:00:00	1,204	8,37E-04	8,37E-07	1,20399916						Fra CAV=2.0 (STD) til forskjellig (PRS)
6	2018-01-01.04:00:00	1,463	8,37E-04	8,37E-07	1,46299916						Settpunktvarme fra 21 til 20
7	2018-01-01.05:00:00	1,241	8,37E-04	8,37E-07	1,24099916						
8	2018-01-01.06:00:00	1,277	8,37E-04	8,37E-07	1,27699916						
9	2018-01-01.07:00:00	1,215	8,37E-04	8,37E-07	1,21499916						
10	2018-01-01.08:00:00	1,217	8,37E-04	8,37E-07	1,21699916						
11	2018-01-01.09:00:00	1,425	8,37E-04	8,37E-07	1,42499916						
12	2018-01-01.10:00:00	1,861	8,37E-04	8,37E-07	1,86099916						
13	2018-01-01.11:00:00	1,11	8,37E-04	8,37E-07	1,10999916						
14	2018-01-01.12:00:00	1,29	8,37E-04	8,37E-07	1,28999916						
15	2018-01-01.13:00:00	1,157	8,37E-04	8,37E-07	1,15699916						
16	2018-01-01.14:00:00	1,207	8,37E-04	8,37E-07	1,20699916						
17	2018-01-01.15:00:00	1,271	8,37E-04	8,37E-07	1,27099916						
18	2018-01-01.16:00:00	1,139	8,37E-04	8,37E-07	1,13899916						
19	2018-01-01.17:00:00	1,003	8,37E-04	8,37E-07	1,00299916						
20	2018-01-01.18:00:00	1,774	8,37E-04	8,37E-07	1,77399916						
21	2018-01-01.19:00:00	1,278	8,37E-04	8,37E-07	1,27799916						
22	2018-01-01.20:00:00	1,246	8,37E-04	8,37E-07	1,24599916						
23	2018-01-01.21:00:00	1,171	8,37E-04	8,37E-07	1,17099916						
24	2018-01-01.22:00:00	0,949	8,37E-04	8,37E-07	0,94899916						
25	2018-01-01.23:00:00	1,331	8,37E-04	8,37E-07	1,33099916						
26	2018-01-02.00:00:00	0,989	8,37E-04	8,37E-07	0,98899916						
27	2018-01-02.01:00:00	1,941	8,37E-04	8,37E-07	1,94099916						

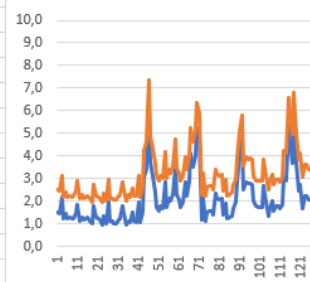


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Date	Consumption (kWh)	Ideal heaters and other local u	Simulert [KWh]	Delta	Resultat	Totalt simulert [W]			
2	2018-01-01.00:00:00	1,509	12305	1,23E+01	-10,796	68187,624	81870,35899	Varmebehov= Konstant Varmebatteri 1 Varmegjenvinning 0,8 Fra CAV=2.0 (STD) til forskjellig (PRS) Settpunktvarme 21 Energy meters= electric heating		
3	2018-01-01.01:00:00	1,466	12311	1,23E+01	-10,845					
4	2018-01-01.02:00:00	2,174	12303	1,23E+01	-10,129					
5	2018-01-01.03:00:00	1,204	12299	1,23E+01	-11,095					
6	2018-01-01.04:00:00	1,463	12289	1,23E+01	-10,826					
7	2018-01-01.05:00:00	1,241	12288	1,23E+01	-11,047					
8	2018-01-01.06:00:00	1,277	12303	1,23E+01	-11,026					
9	2018-01-01.07:00:00	1,215	12313	1,23E+01	-11,098					
10	2018-01-01.08:00:00	1,217	12320	1,23E+01	-11,103					
11	2018-01-01.09:00:00	1,425	12328	1,23E+01	-10,903					
12	2018-01-01.10:00:00	1,861	12336	1,23E+01	-10,475					
13	2018-01-01.11:00:00	1,11	12319	1,23E+01	-11,209					
14	2018-01-01.12:00:00	1,29	12300	1,23E+01	-11,01					
15	2018-01-01.13:00:00	1,157	12291	1,23E+01	-11,134					
16	2018-01-01.14:00:00	1,207	12284	1,23E+01	-11,077					
17	2018-01-01.15:00:00	1,271	12285	1,23E+01	-11,014					
18	2018-01-01.16:00:00	1,139	12287	1,23E+01	-11,148					
19	2018-01-01.17:00:00	1,003	12290	1,23E+01	-11,287					
20	2018-01-01.18:00:00	1,774	12279	1,23E+01	-10,505					
21	2018-01-01.19:00:00	1,278	12279	1,23E+01	-11,001					
22	2018-01-01.20:00:00	1,246	12278	1,23E+01	-11,032					
23	2018-01-01.21:00:00	1,171	12292	1,23E+01	-11,121					
24	2018-01-01.22:00:00	0,949	12304	1,23E+01	-11,355					
25	2018-01-01.23:00:00	1,331	12314	1,23E+01	-10,983					
26	2018-01-02.00:00:00	0,989	12314	1,23E+01	-11,325					

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Date	Consumption (kWh)	Ideal heaters and other local u	Simulert [KWh]	Delta	Resultat	Totalt simulert [W]			
2	2018-01-01.00:00:00	1,509	2936,9	2,94E+00	-1,4279	1859,43378	15542,16878	Varmebatteri 1 Varmegjenvinning 0,1 CAV=2.0 (STD) Settpunktvarme 21 Energy meters= electric heating		
3	2018-01-01.01:00:00	1,466	2941,8	2,94E+00	-1,4758					
4	2018-01-01.02:00:00	2,174	2921,1	2,92E+00	-0,7471					
5	2018-01-01.03:00:00	1,204	2907,8	2,91E+00	-1,7038					
6	2018-01-01.04:00:00	1,463	2879,6	2,88E+00	-1,4166					
7	2018-01-01.05:00:00	1,241	2875,2	2,88E+00	-1,6342					
8	2018-01-01.06:00:00	1,277	2902,6	2,90E+00	-1,6256					
9	2018-01-01.07:00:00	1,215	2926,8	2,93E+00	-1,7118					
10	2018-01-01.08:00:00	1,217	2942,5	2,94E+00	-1,7255					
11	2018-01-01.09:00:00	1,425	2958,4	2,96E+00	-1,5334					
12	2018-01-01.10:00:00	1,861	2953,4	2,95E+00	-1,0924					
13	2018-01-01.11:00:00	1,11	2889,5	2,89E+00	-1,7795					
14	2018-01-01.12:00:00	1,29	2813,9	2,81E+00	-1,5239					
15	2018-01-01.13:00:00	1,157	2798,5	2,80E+00	-1,6415					
16	2018-01-01.14:00:00	1,207	2812	2,81E+00	-1,605					
17	2018-01-01.15:00:00	1,271	2827,6	2,83E+00	-1,5566					
18	2018-01-01.16:00:00	1,139	2842,8	2,84E+00	-1,7038					
19	2018-01-01.17:00:00	1,003	2846,3	2,85E+00	-1,8433					
20	2018-01-01.18:00:00	1,774	2832,8	2,83E+00	-1,0588					
21	2018-01-01.19:00:00	1,278	2828,3	2,83E+00	-1,5503					
22	2018-01-01.20:00:00	1,246	2831,7	2,83E+00	-1,5857					
23	2018-01-01.21:00:00	1,171	2853,3	2,85E+00	-1,6823					
24	2018-01-01.22:00:00	0,949	2877,4	2,88E+00	-1,9284					
25	2018-01-01.23:00:00	1,331	2894,2	2,89E+00	-1,5632					
26	2018-01-02.00:00:00	0,989	2899,5	2,90E+00	-1,9105					

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Date	Consumption (kWh)	AHU heating coil power, W	Simulert [kWh]	Delta	Resultat	Totalt simulert [W]			
2	2018-01-01.00:00:00	1,509	4,19E-09	4,19E-12	1,509	13682,735	3,66781E-08	Varmebatteri 0 Varmegjenvinning 0,45 CAV=2.0 (STD) Settpunktvarme 21		
3	2018-01-01.01:00:00	1,466	4,19E-09	4,19E-12	1,466					
4	2018-01-01.02:00:00	2,174	4,19E-09	4,19E-12	2,174					
5	2018-01-01.03:00:00	1,204	4,19E-09	4,19E-12	1,204					
6	2018-01-01.04:00:00	1,463	4,19E-09	4,19E-12	1,463					
7	2018-01-01.05:00:00	1,241	4,19E-09	4,19E-12	1,241					
8	2018-01-01.06:00:00	1,277	4,19E-09	4,19E-12	1,277					
9	2018-01-01.07:00:00	1,215	4,19E-09	4,19E-12	1,215					
10	2018-01-01.08:00:00	1,217	4,19E-09	4,19E-12	1,217					
11	2018-01-01.09:00:00	1,425	4,19E-09	4,19E-12	1,425					
12	2018-01-01.10:00:00	1,861	4,19E-09	4,19E-12	1,861					
13	2018-01-01.11:00:00	1,11	4,19E-09	4,19E-12	1,11					
14	2018-01-01.12:00:00	1,29	4,19E-09	4,19E-12	1,29					
15	2018-01-01.13:00:00	1,157	4,19E-09	4,19E-12	1,157					
16	2018-01-01.14:00:00	1,207	4,19E-09	4,19E-12	1,207					
17	2018-01-01.15:00:00	1,271	4,19E-09	4,19E-12	1,271					
18	2018-01-01.16:00:00	1,139	4,19E-09	4,19E-12	1,139					
19	2018-01-01.17:00:00	1,003	4,19E-09	4,19E-12	1,003					
20	2018-01-01.18:00:00	1,774	4,19E-09	4,19E-12	1,774					
21	2018-01-01.19:00:00	1,278	4,19E-09	4,19E-12	1,278					
22	2018-01-01.20:00:00	1,246	4,19E-09	4,19E-12	1,246					
23	2018-01-01.21:00:00	1,171	4,19E-09	4,19E-12	1,171					
24	2018-01-01.22:00:00	0,949	4,19E-09	4,19E-12	0,949					
25	2018-01-01.23:00:00	1,331	4,19E-09	4,19E-12	1,331					
26	2018-01-02.00:00:00	0,989	4,19E-09	4,19E-12	0,989					
27	2018-01-02.01:00:00	1,941	4,19E-09	4,19E-12	1,941					

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Date	Consumption (kWh)	AHU heating coil power, W	Simulert [kWh]	Delta	Resultat	Totalt simulert [W]			
2	2018-01-01.00:00:00	1,509	979,66	9,80E-01	0,52934	8441,05416	5242,655353	Varmebatteri 0,1 Varmegjenvinning 0,49 CAV=2.0 (STD) Settpunktvarme 21		
3	2018-01-01.01:00:00	1,466	977,5	9,78E-01	0,4885					
4	2018-01-01.02:00:00	2,174	968,25	9,68E-01	1,20575					
5	2018-01-01.03:00:00	1,204	963,16	9,63E-01	0,24084					
6	2018-01-01.04:00:00	1,463	949,37	9,49E-01	0,51363					
7	2018-01-01.05:00:00	1,241	948,78	9,49E-01	0,29222					
8	2018-01-01.06:00:00	1,277	965,06	9,65E-01	0,31194					
9	2018-01-01.07:00:00	1,215	980,12	9,80E-01	0,23488					
10	2018-01-01.08:00:00	1,217	990,96	9,91E-01	0,22604					
11	2018-01-01.09:00:00	1,425	1003,1	1,00E+00	0,4219					
12	2018-01-01.10:00:00	1,861	1010	1,01E+00	0,851					
13	2018-01-01.11:00:00	1,11	992,69	9,93E-01	0,11731					
14	2018-01-01.12:00:00	1,29	971,19	9,71E-01	0,31881					
15	2018-01-01.13:00:00	1,157	959,46	9,59E-01	0,19754					
16	2018-01-01.14:00:00	1,207	953,06	9,53E-01	0,25394					
17	2018-01-01.15:00:00	1,271	953,67	9,54E-01	0,31733					
18	2018-01-01.16:00:00	1,139	958,09	9,58E-01	0,18091					
19	2018-01-01.17:00:00	1,003	958,57	9,59E-01	0,04443					
20	2018-01-01.18:00:00	1,774	951,14	9,51E-01	0,82286					
21	2018-01-01.19:00:00	1,278	949,29	9,49E-01	0,32871					
22	2018-01-01.20:00:00	1,246	951,52	9,52E-01	0,29448					
23	2018-01-01.21:00:00	1,171	963,56	9,64E-01	0,20744					
24	2018-01-01.22:00:00	0,949	976,85	9,77E-01	-0,02785					
25	2018-01-01.23:00:00	1,331	986,56	9,87E-01	0,34444					
26	2018-01-02.00:00:00	0,989	990,23	9,90E-01	-0,00123					
27	2018-01-02.01:00:00	1,941	998,69	9,99E-01	0,94231					



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Date	Consumption (kWh)	AHU heating coil power, W	Simulert [kWh]	Delta	Resultat	Totalt simulert [W]			
2	2018-01-01.00:00:00	1,509	1528,6	1,53E+00	-0,0196	4629,91008	9054,337218	<p>Varmebatteri 0,2 Varmegjenvinning 0,49 CAV=2.0 (STD) Settpunktvarme 21</p>		
3	2018-01-01.01:00:00	1,466	1521,4	1,52E+00	-0,0554					
4	2018-01-01.02:00:00	2,174	1492,5	1,49E+00	0,6815					
5	2018-01-01.03:00:00	1,204	1476,5	1,48E+00	-0,2725					
6	2018-01-01.04:00:00	1,463	1433,5	1,43E+00	0,0295					
7	2018-01-01.05:00:00	1,241	1431,8	1,43E+00	-0,1908					
8	2018-01-01.06:00:00	1,277	1482,7	1,48E+00	-0,2057					
9	2018-01-01.07:00:00	1,215	1529,5	1,53E+00	-0,3145					
10	2018-01-01.08:00:00	1,217	1563,2	1,56E+00	-0,3462					
11	2018-01-01.09:00:00	1,425	1601,2	1,60E+00	-0,1762					
12	2018-01-01.10:00:00	1,861	1622,4	1,62E+00	0,2386					
13	2018-01-01.11:00:00	1,11	1568,4	1,57E+00	-0,4584					
14	2018-01-01.12:00:00	1,29	1501,5	1,50E+00	-0,2115					
15	2018-01-01.13:00:00	1,157	1465,1	1,47E+00	-0,3081					
16	2018-01-01.14:00:00	1,207	1445,2	1,45E+00	-0,2382					
17	2018-01-01.15:00:00	1,271	1447	1,45E+00	-0,176					
18	2018-01-01.16:00:00	1,139	1460,8	1,46E+00	-0,3218					
19	2018-01-01.17:00:00	1,003	1462,2	1,46E+00	-0,4592					
20	2018-01-01.18:00:00	1,774	1439	1,44E+00	0,335					
21	2018-01-01.19:00:00	1,278	1433,3	1,43E+00	-0,1553					
22	2018-01-01.20:00:00	1,246	1440,3	1,44E+00	-0,1943					
23	2018-01-01.21:00:00	1,171	1478	1,48E+00	-0,307					
24	2018-01-01.22:00:00	0,949	1519,4	1,52E+00	-0,5704					
25	2018-01-01.23:00:00	1,331	1549,6	1,55E+00	-0,2186					
26	2018-01-02.00:00:00	0,989	1561	1,56E+00	-0,572					
27	2018-01-02.01:00:00	1,941	1587,3	1,59E+00	0,3537					