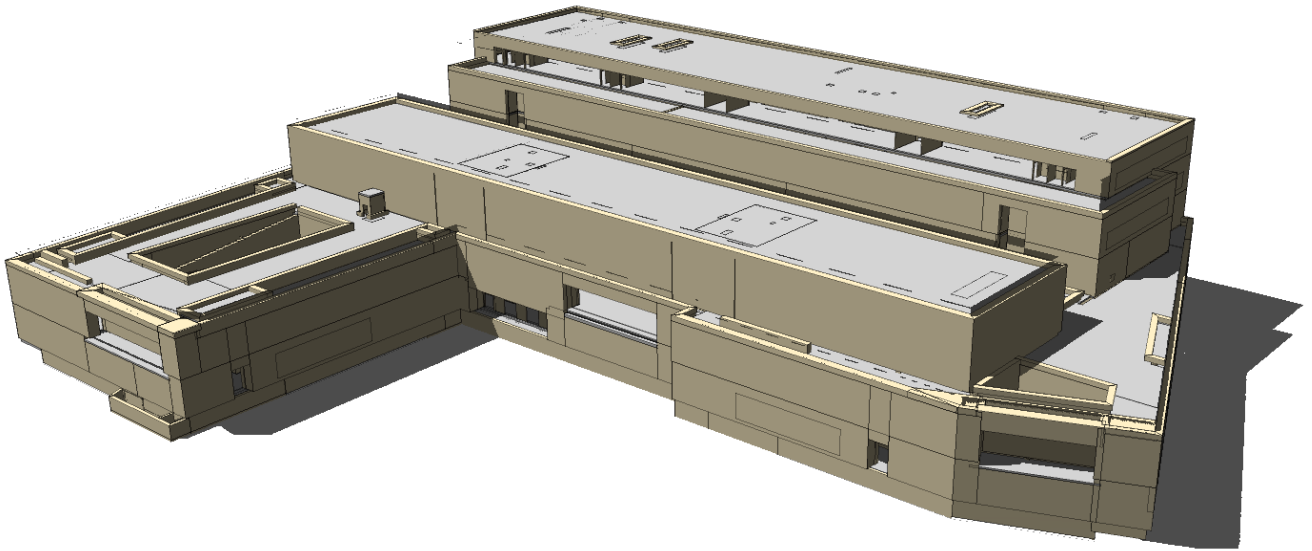


BIM I ENERGI- OG INNEKLIMABEREGNINGER



DEL 1: FORUTSETNINGER FOR IMPORT AV IFC MODELLER

Rapporten er utarbeidet av:



RAMBOLL

På oppdrag for:



OSLO: Postboks 4464 Nydalen, 0403 Oslo Telefon: 22 02 63 00		<h2>RAPPORT</h2>
LILLEHAMMER: Elvegata 19, 2609 Lillehammer Telefon: 61 27 59 00		
SKIEN: Lyngbakkveien 5, 3736 Skien Telefon: 35 58 85 00		
Epost: firmapost@erichsen-horgen.no www.erichsen-horgen.no Foretaksreg.: NO 929 308 697 MVA		
EH OPPDRAGSNUMMER	DOKUMENTNUMMER	OPPDAGSGIVERS KONTAKTPERSON
10911	01	Ann-Magritt Larsen Glømmen og Øystein Graffer
DATO	UTARBEIDET AV	
03.07.2014	Søren Gedsø, Arnkell J. Petersen, André Landsnes Keül og Tor Arvid Vik	
ISBN	SIDEMANNSKONTROLL og EH GODKJENNING	
978-82-92982-04-4	Arnkell J. Petersen	

SAMMENDRAG

På vestbanen i Oslo skal Statsbygg prosjektere og bygge et nytt nasjonalmuseum på oppdrag fra Kulturdepartementet. Prosjektet bruker BIM som et integrert verktøy i prosjekterings- og byggefasen. Sideløpende med Prosjekt Nytt Nasjonalmuseum, PNN, gjennomfører Statsbygg et FoU-prosjekt som har til formål å undersøke og videreutvikle bruken av BIM i energi- og inneklimateknologier. Statsbygg ønsker derved å løfte frem bruken av BIM i prosjektering av bygg mht. optimalisering av arbeidsprosessen mellom de relevante aktørene.

Dette notatet er en delrapportering i FoU-prosjektet, hvor formålet med notatet er å undersøke import av IFC-filer til energi- og inneklimateknologiprogramvarene IDA ICE og IES-VE. Undersøkelsen er en oppfølging på FoU-prosjektet *BIM i energiberegninger (Molde Tinghus)* som Erichsen & Horgen avsluttet for Statsbygg januar 2013.

Ønsket var å jobbe videre på basis av erfaringene fra Molde Tinghusprosjektet, som resulterte i en liste med forslag til krav for IFC modeller til bruk i energi- og inneklimateknologiprogrammer. Listen med forslag til krav er blitt videreutviklet basert på erfaringene for IFC modellen til PNN. Listen med forslag til krav, videreutviklet i denne undersøkelsen, er ment som et hjelpeverktøy, som kan brukes i fremtidige prosjekter som ønsker å bruke BIM integrert i energi- og inneklimateknologier.

Nøkkelen til å oppnå en vellykket IFC import er et tett samarbeidet mellom ARK og RIEN samt god kjennskap til muligheter og begrensninger i programmene mht. BIM. Ansvarsfordeling for kvalitetssikring og utbedring av IFC modellen er derfor viktig å ha klarlagt i en tidlig fase. Hovedansvar for å sikre IFC-filer av nødvendig kvalitet, vil naturlig ligge hos ARK, men ansvarsfordeling kan variere noe av størrelse på prosjektet og tilgjengelig verktøy. Det kan også være relevant å inkludere relevante programutviklere i enkelte faser av analysearbeidet av BIM modellen, da de har et stort kjennskap til mulige løsningsforslag og begrensninger tilknyttet det enkelte verktøyet.

Erfaring fra FoU prosjektene viser at det krever et betydelig ekstra arbeid å få modifisert modellen til å oppfylle kriteriene til import. Dette skyldes begrensninger i energiprogramvare, svakheter i modelleringsverktøy, generell kvalitet på BIM modeller og kompleksiteten i bygningsutforming. Potensialet for bruk av BIM som underlag til energi- og inneklimateknologier er imidlertid stort. Undersøkelse og utvikling av fremtidig krav til BIM modeller er en sentral faktor for fremtidig bruk av BIM.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	2
2	STATUS FOR BRUK AV BIM I INNEKLIMA- OG ENERGIBEREGNING	2
3	ARBEIDSPROSESS	3
4	UTFORDRINGER VED IMPORT AV IFC TIL IDA ICE	3
4.1	Om programmet IDA ICE.....	4
4.2	Overflødige elementer i IFC modeller	4
4.3	Utvendig bygningselementer som ikke er en del av klimaskjermen.....	5
4.4	Glassfasader.....	6
4.5	Vindusmodellering	7
4.6	Ytterdører i glass	7
4.7	Manglende informasjon i romvolum	8
4.8	Romvolumhøyder	8
4.9	Gesimser	10
4.10	Romvolum med hull	11
4.11	Import av IFC modell i IDA ICE.....	12
5	UTFORDRINGER VED IMPORT AV IFC TIL IES-VE.....	13
5.1	Grunnlag og forutsetninger	13
5.2	IES-VE	13
5.3	Hvordan IES-VE importerer IFC-filer	13
5.4	Importert IFC-fil.....	14
5.5	Problemer med import av IFC-fil	15
5.6	Import av IFC modell i IES-VE	17
6	KRAV TIL IFC MODELLER INNEKLIMA- OG ENERGIBEREGNINGER.....	18
7	IFC IMPORT OG SB SIN BIM MANUAL.....	20
8	KONKLUSJON OG PERSPEKTIVERING	21
9	VIDERE ARBEID	22

1 INNLEDNING

På vestbanen i Oslo skal Statsbygg prosjektere og bygge et nytt nasjonalmuseum på oppdrag fra Kulturdepartementet. Prosjektet bruker BIM som et integrert verktøy i prosjekterings- og byggefasen. Sideløpende med Prosjekt Nytt Nasjonalmuseum, PNN, gjennomfører Statsbygg et FoU-prosjekt som har til formål å undersøke og videreutvikle bruken av BIM i energi- og inneklimatesting. Statsbygg ønsker derved å løfte frem bruken av BIM i prosjektering av bygg mht. optimalisering av arbeidsprosessen mellom de relevante aktørene.

Denne rapporten er en delrapport i FoU-prosjektet, hvor formålet er å undersøke import av IFC-filer til energi- og inneklimatestingprogramvaren IDA ICE og IES-VE. Undersøkelsen er en oppfølging på FoU-prosjektet *BIM i energiberegninger* som Erichsen & Horgen avsluttet for Statsbygg januar 2013. I dette prosjektet ble Molde Tinghus brukt som casestudie. Erfaringene fra Molde Tinghusprosjektet er overført til nåværende undersøkelse, slik at bearbeidningen av BIM-modellen for PNN tar utgangspunkt i anbefalingene fra Molde Tinghusrapporten. Formålet er at undersøkelsen av BIM-modellen for PNN skal resultere i en oppdatering av retningslinjer for preparasjon av BIM til energi- og inneklimatesting, samt belyse forbedringspotensial og begrensninger til den foreliggende programvare.

I tillegg til Erichsen & Horgen har BIM Consult bidratt med bearbeidning og optimalisering av IFC-modellen for import til IDA ICE og Rambøll har gjort sideløpende undersøkelser for import av IFC til programmet IES-VE. For optimal undersøkelse av IFC-modell og tilbakemelding til BIM Consult har Erichsen & Horgen hatt tett kontakt med programutviklerne for henholdsvis IDA ICE (Equa) og SimpleBIM (Datacubist) gjennom hele perioden. Vi vil derfor rette en stor takk til disse for et godt samarbeid.

2 STATUS FOR BRUK AV BIM I INNEKLIMA- OG ENERGI- BEREGNING

Bruk av BIM som underlag til energiberegninger har stort potensial. Bruk av BIM kan føre til en mer enkel arbeidsprosess mellom ARK og RIEN, redusere arbeidstiden for oppbygging av energimodeller og øke kvaliteten på selve beregningsmodellen.

For at disse suksessparametrene oppfylles er det nødvendig at BIM-modellen oppfyller kriteriene for import i det relevante energiberegningsprogrammet. Dette krever stor kompetanse innen BIM, både for ARK og RIEN samtidig med at dette stiller krav til energiprogrammets metode til å importere IFC-modeller.

Undersøkelser foretatt på nåværende tidspunkt, inkl. Molde Tinghus og PNN, viser at BIM fremdeles ikke er moden til å inngå som et sentralt underlag til energiberegningene. Erfaring fra FoU-prosjektene viser at det krever et stort ekstra arbeid å få modifisert modellen til å oppfylle kriteriene til import. Dette skyldes bl.a. begrensninger i energiprogramvare, svakheter i modelleringsverktøy, generell kvaliteten på prosjektets BIM-modeller og kompleksiteten i bygningsutforming både i forhold til innvendig og utvendig utforming.

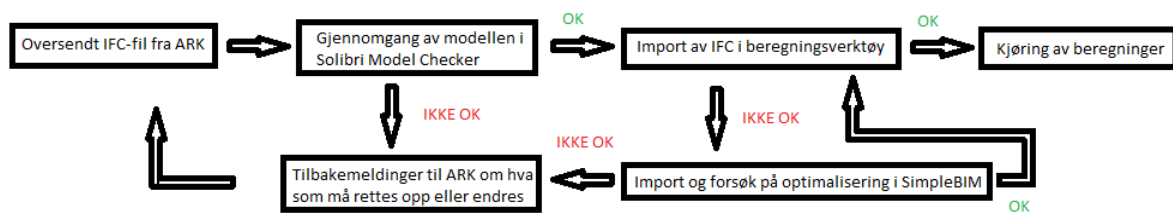
Potensialet for bruk av BIM som underlag til energiberegninger er imidlertid stort og undersøkelse og utvikling av fremtidig krav til BIM modeller er en sentral faktor for fremtidig bruk av BIM. Dette er en sterk drivkraft for videreutvikling av fagfeltet samtidig med at utfordringene er betydelige.

3 ARBEIDSPROSESS

Prosessen for undersøkelse av BIM modellen til PNN tar utgangspunkt i prosessdiagrammet satt opp for FoU prosjektet basert på Molde Tinghus, se Figur 3.1.

BIM modellen til PNN inneholder en del flere utfordringer som ikke var relevante for Molde Tinghus, eksempelvis mesaninområder, fasader/romvolum som strekker seg over flere etasjer og romvolum med hull. Dette har betydd at det har vært nødvendig å analysere modellen og feilmeldinger i detalj samt å samarbeide tett med programutviklerne for både IDA ICE og SimpleBIM. Analysene har ført til konkrete forslag for tiltak til optimalisering av modellen, samt korrigeringer og suppleringer i programvare.

For å effektivisere undersøkelsen har BIM Consult og Erichsen & Horgen hatt flere workshops hvor IFC modellen og ulike løsningstiltak ble gjennomgått.



Figur 3.1 Prosessdiagram for undersøkelse og optimalisering av IFC modell

4 UTFORDRINGER VED IMPORT AV IFC TIL IDA ICE

Avsnittet inneholder en presentasjon av utfordringene som oppsto i prosessen samt forslag til løsningstiltak for å få en vellykket IFC import i IDA ICE. Det er valgt å fokusere på utfordringene som var sentrale i forhold til å få en vellykket IFC import, samt utfordringer som vurderes typisk å kunne forekomme i fremtidige byggeprosjekter.

Kvalitetssikring av IFC modellen ble hovedsakelig utført ved bruk av hjelpeprogrammer som Naviate Simple BIM og Solibri Model Viewer. Ved bruk av hjelpeprogrammene var det mulig å få oversikt over de mest sentrale utfordringene. Hjelpeprogrammene er viktige verktøy i denne sammenhengen, da det kan være vanskelig å tolke feilmeldingene ved IFC importen i IDA ICE.

4.1 Om programmet IDA ICE

Vi har arbeidet med det dynamiske simuleringstøyet IDA ICE ver. 4.6.1 (IDA Indoor Climate and Energy), et program utviklet av Equa Simulation AB. Dette er et tredimensjonelt inneklima- og energisimuleringstøyt som foretar full dynamisk flersonesmuleringer på en modell av vilkårlig geometri. Programmet har avansert modeller for beregning av bl.a.:

- Energibehov og varmetransport
- Termisk komfort
- Solavskjerming (både standard og egenkomponert)
- Skyggeforhold fra omgivelsene
- Kjøletak og gulvvarme
- Doble glassfasader
- Naturlig ventilasjon
- Belysningsstyring
- Simultansimulering av energibehov og energiforsyning

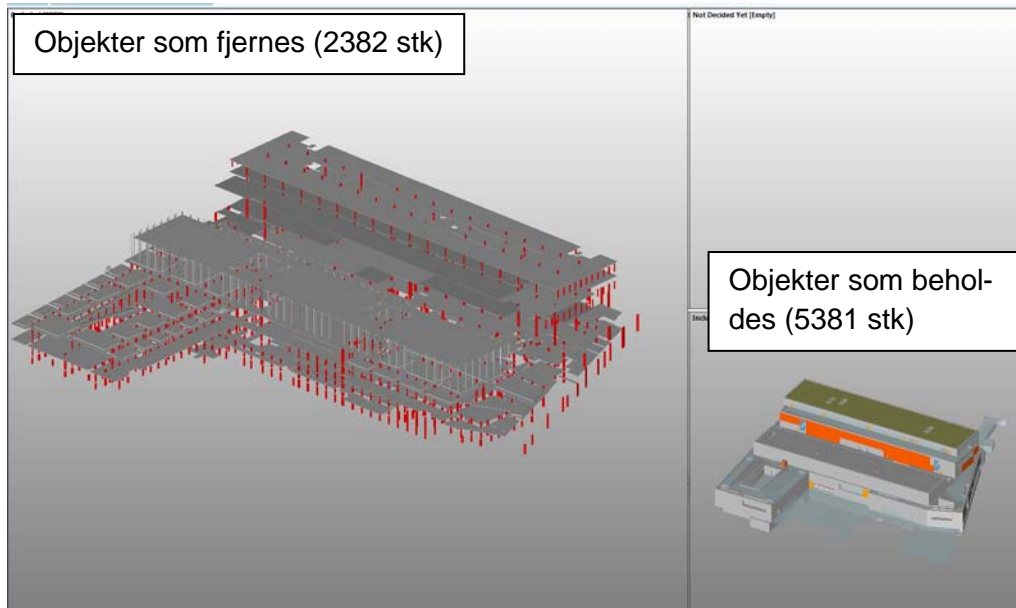
Programmet er validert iht. CEN standard EN 15255:2007 og EN 15265:2007.

4.2 Overflødig elementer i IFC modeller

Den opprinnelige IFC modellen inneholdte mange elementer og objekter som ikke er relevante for en energimodell. Det betød at modellen var unødvendig tung og vanskelig å importere. Det ble brukt to ulike metoder til å fjerne overflødig objekter i IFC-modellen. Første metoden er at ARK i samarbeid med RIEN definerte hvilke lag i ARK-modellen som skulle inkluderes i IFC-eksporten. Definisjon av lag sikrer at IFC-modellen inneholder et minimum av elementer. Den andre metoden er bruk av IDA ICE mal i Naviate Simple BIM. Denne malen fjerner automatisk elementer som ikke trengs i IFC-modellen. Følgende lag ble inkludert i ARK sin IFC-eksport, nummerering er basert på NS 3451:2009 Bygningsdelstabellen.

A 21-216 Direkte fundamentering	A 23-231 Bærende yttervegger
A 23-232 Ikke bærende yttervegger	A 23-233 Glassfasader
A 23-234 Vinduer, dører og porter	A 24-243 Systemvegger, glassfelt
A 24-241 Bærende innervegger	A 24-242 Ikke-bærende innervegger
A 25-251 Frittstående dekker	A 26-260 Yttertak
A 26-261 Primærkonstruksjon (tak)	A 86-862 Nettoareal
A 86-862 Ikke måleverdig areal	A 86-862 Nettoareal-tek

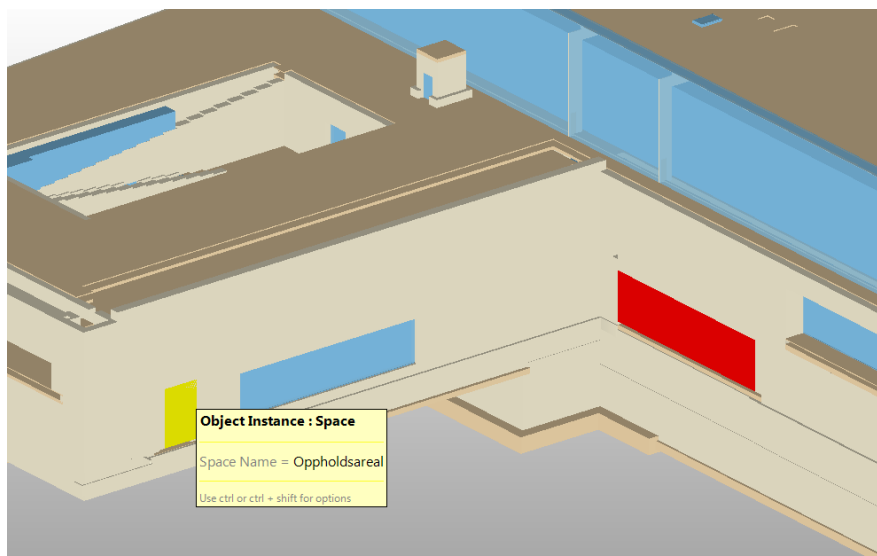
Figur 4.1 viser trimming av opprinnelig IFC-modell i Naviate Simple BIM ved bruk av IDA ICE malen. Det var her mulig å fjerne ca. 2 400 objekter i modellen. Etter definisjon av lag i ARK sin IFC-eksport ble trimmingen redusert til bare 40 objekter, noe som vitner om hvor viktig rolle ARK har i dette arbeid.



Figur 4.1 Trimming av opprinnelig IFC-modell i Naviate Simple BIM. I første undersøkelse av IFC-modell i Naviate Simple BIM ble 2382 overflø-dige objekter fjernet. Dette ble senere redusert til 40.

4.3 Utvendig bygningselementer som ikke er en del av klimaskjermen

I tillegg til malen i Naviate Simple BIM og definisjon av hvilke lag som skal inkluderes i ARK sin IFC eksport, er det nødvendig manuelt å fjerne objekter som ikke skal med i IFC modellen. Dette er romvolum plassert utenfor bygget og bygningselementer som ikke er en del av klimaskjermen, men som likevel er med i ARK sin IFC-eksport. Hvis modellen inneholder store andeler med objekter som må fjernes manuelt, er det mulig å sette opp en egen mal i Naviate Simple BIM som fjerner ønskede objekter.

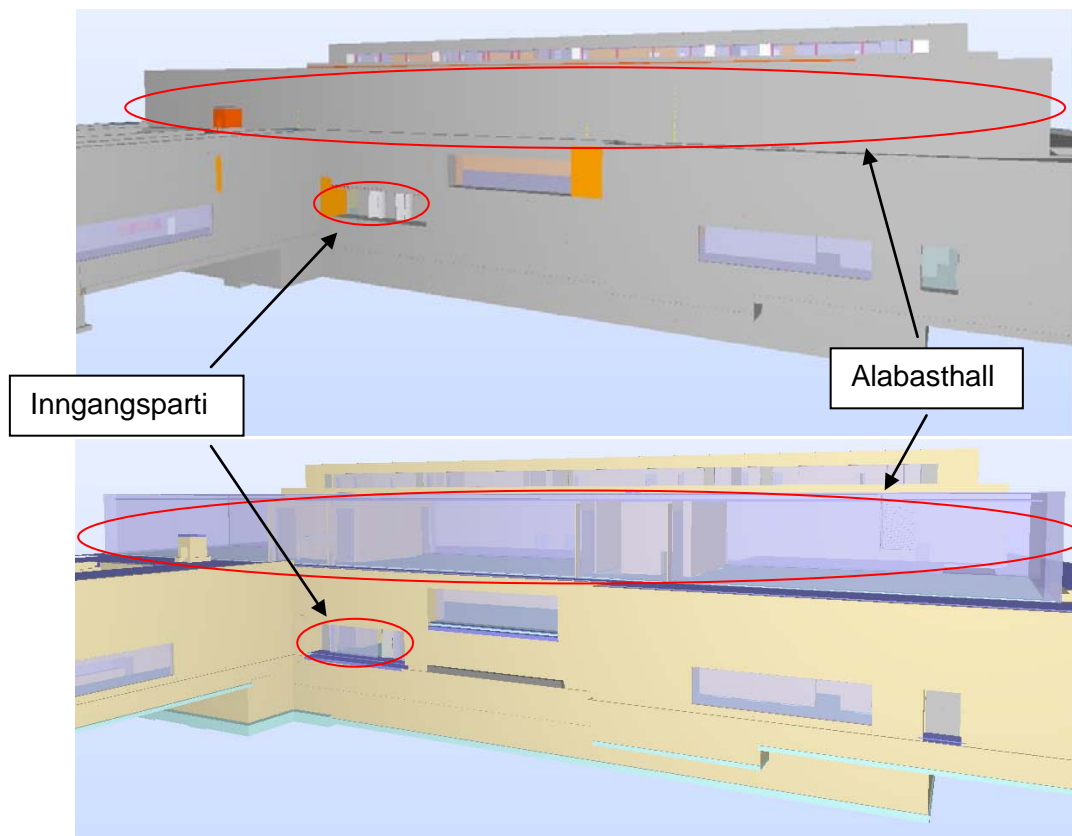


Figur 4.2 Romvolum ved innganger som fjernes manuelt i Naviate Simple BIM. Gul og rød markert område viser eksempler på romvolum plassert ute.

4.4 Glassfasader

Glassfasader er en stor utfordring for import i energiberegningsprogrammer. For at energiberegningsprogrammet skal kunne importere glassfasader, er det nødvendig at selve veggene er definert som en vanlig vegg og glasset er definert som et vindu plassert i veggene, også selv om vinduet fyller hele veggene.

For modellen til Nasjonalmuseet, var dette problematisk for ytterfasaden for Alabasthallen og inngangspartiet ved vestibylen. Her var fasadene opprinnelig definert som en vanlig vegg, men materialet var definert som glass. Dette er ikke mulig for energiprogrammet å lese i IFC-importen. Alle områder med glass, må derfor defineres som et vindu plassert i en vegg.



Figur 4.3 Øverst. Fasade på Alabasthall og inngangsparti definert som vegg, men med materiale i glass. Nederst. Fasade på Alabasthall og inngangsparti definert som vinduer.

4.5 Vindusmodellering

Import av vinduer er sentral for å oppnå en vellykket IFC import. Få at energiberegningsprogrammet skal skjønne at det er vinduer i fasaden, er det nødvendig at vinduene er koblet til den relevante vegg. Hvis vinduet bare er tegnet inn på modellen og ikke koblet til vegg, klarer energiprogrammet ikke å importere vinduene. Figur 4.4 og Figur 4.5 viser ytterfasaden på 5. et. hvor vinduene henholdsvis ikke er koblet til vegg og er koblet til vegg.



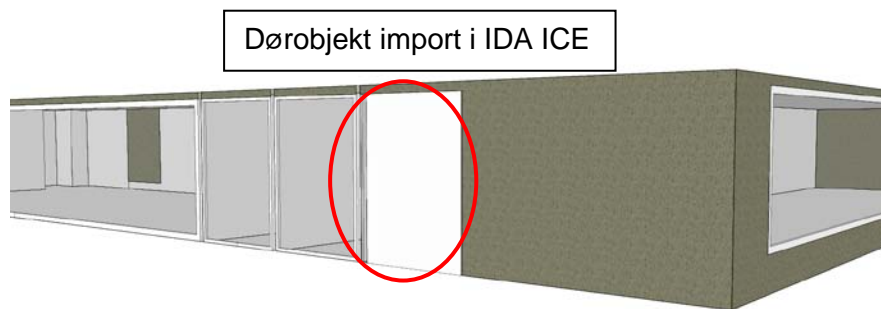
Figur 4.4 Ytterfasade 5. et. når vinduer ikke er koblet til vegg. Vinduer må settes inn manuelt.



Figur 4.5 Ytterfasade 5. et. når vinduer er koblet til vegg. Vinduer settes inn automatisk

4.6 Ytterdører i glass

Glassdører plassert i ytterfasaden kan være problematiske å importere i IDA ICE. Objekter definert som dører importeres automatisk som tette konstruksjoner, dvs. at de ikke består av glass. Hvis en ytterdør består av glass, må enten ARK endre døren til et vindu i ARK sin modell, ellers må RIEN manuelt endre dørkonstruksjonen til et vindu i energiberegningsmodellen.

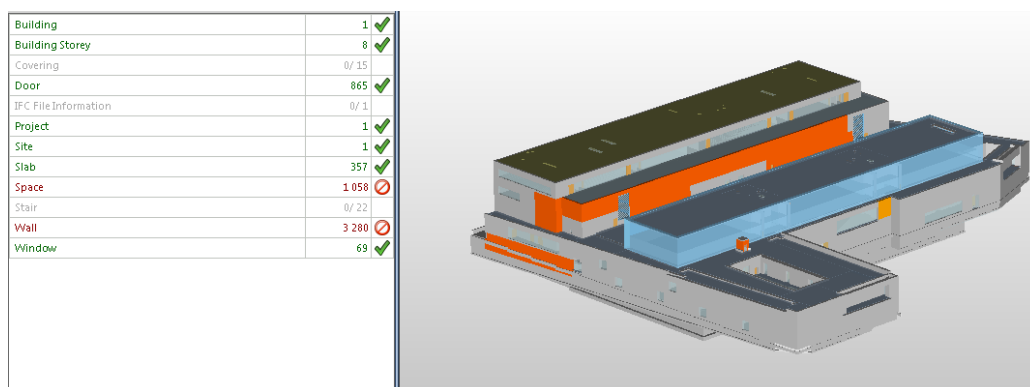


Figur 4.6 Import av dør objekter i IDA ICE. Hvis ytterdøren består av glass, må dette endres manuelt, enten i ARK sin modell eller i RIEN sin beregningsmodell.

4.7 Manglende informasjon i romvolum

Når IDA ICE importerer IFC modeller, blir det også importert en del informasjon i de enkelte objektene. For å oppnå en optimal import er det nødvendig at IFC modellen inneholder all nødvendig informasjon. En enkel metode for å kontrollere om IFC modellen oppfyller kravene er å bruke Naviate Simple BIM. Programmet vil da gjennomgå IFC modellen og gi en tilbakemelding på om kravene oppfylles og hvilke krav som eventuelt ikke tilfredsstilles.

Figur 4.7 viser en tilbakemelding fra Naviate Simple BIM etter at IFC modellen er kontrollert iht. til krav for IDA ICE import. Tilbakemeldingen viser at det mangler noe informasjon for Space og Wall. I dette tilfellet mangler enkelte romvolum et romnummer og enkelte veggobjekter mangler definisjon av konstruksjonstype. Dette bør rettes opp i ARK sin modell, men kan alternativt korrigeres i Naviate Simple BIM.

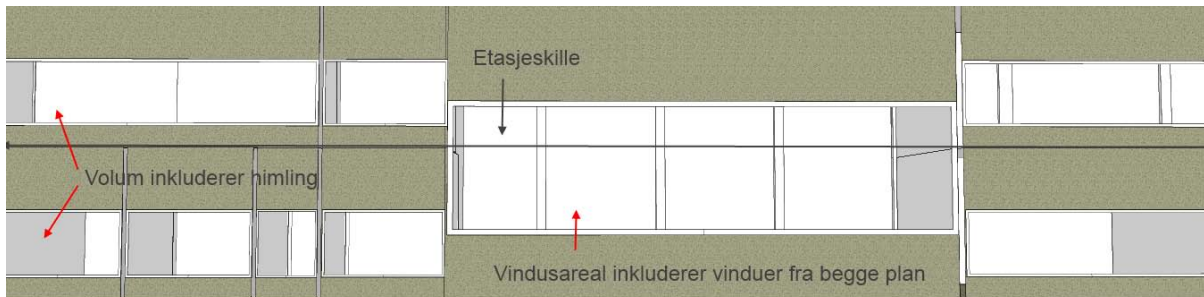


Figur 4.7 Kontroll av IFC modell i Naviate Simple BIM.

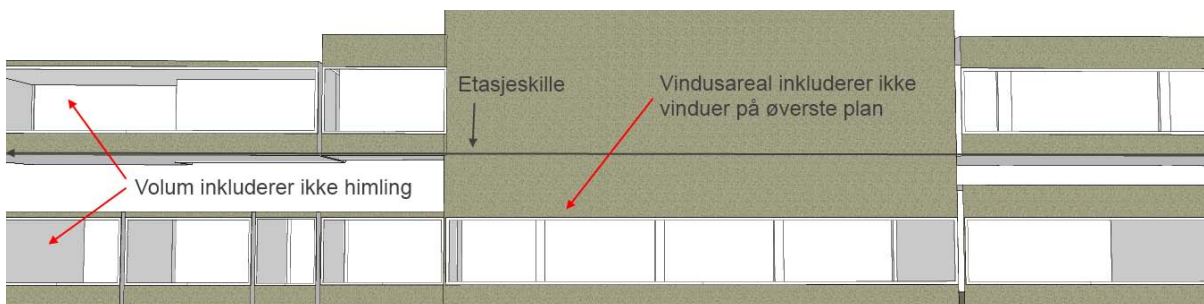
4.8 Romvolumhøyder

Romvolumhøyder er et tilbakevendende problem. Det er tre sentrale utfordringer i forhold til sonehøyde. Utfordringene relaterer seg til soner som overlapper flere etasjer, volum iht. NS 3940 og ulike høyder for romvolum som ligger i samme området.

Romvolum som overlapper etasjeskiller er også en utfordring for import av IFC modeller. Eksempler på dette er mesaniner og høye rom som Alabasthallen. Løsning for import av slike rom er at romvolumet som overlapper en etasjeskille skal tilhøre den laveste etasjen og høyden skal være slik at den ikke overlapper en etasjeskille, manuell endring av høyde i ARK sin modell kan være nødvendig. Etter import i IDA ICE er det mulig manuelt å endre høyden, slik at vinduene, inklusiv vinduer over etasjeskiller, automatisk koples til romvolumet. Inn til videre er dette den eneste løsningsmetoden for import av romvolum som overlapper etasjeskiller. Figur 4.8 og Figur 4.9 viser forskjeller i beregningsmodell for henholdsvis korrekt og feilaktig oppbygging av IFC modell og feilaktig oppbygging av etterfølgende beregningsmodell. Slike feil kan føre til feil volum og feil vindusareal.



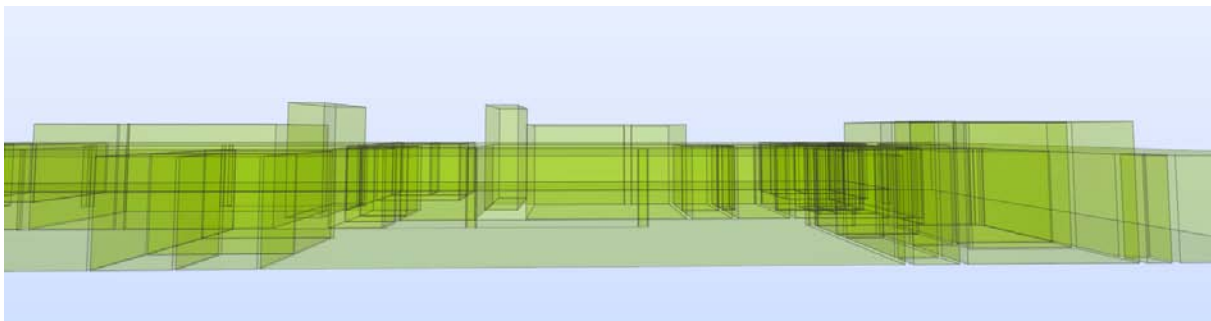
Figur 4.8 Import av IFC modell som fører til korrekt volum/romhøyde, korrekt ytterveggsareal og korrekt vindusareal.



Figur 4.9 Import av IFC modell som fører til feil volum/romhøyde, feil ytterveggsareal og feil vindusareal.

Høyden definert i ARK sin modell kan være problematisk grunnet at volum i beregningsmodellen må beregnes iht. NS 3940. Høyden i ARK modellen er ofte tilpasset romhøyden, dvs. volum over himling ofte ikke inkluderes. Dette har stor betydning for beregning, da verken selve volumet eller ytterfasaden ved himlingen inngår i modellen. Det er derfor viktig at RIEN kvalitetssikrer at beregningsmodellen oppfyller kravene i NS 3940. Tilpasning kan foretas manuelt i beregningsmodellen av RIEN. Der det er hensiktsmessig bør endringene foretas i ARK sin modell.

ARK definerer et romvolum i hvert rom, hver sjakt osv. Ved import av en slik IFC modell i IDA ICE betyr dette at hver romvolum i modellen kan bli en beregningssone, for Nasjonal-museet betyr dette drøyt 1 000 beregningssoner. Dette er unødvendig mange soner og vil kreve svært stor PC-ytelse å simulere i tillegg til at det vil ta lang tid og gi unødvendig mye informasjon. I IDA ICE er det mulig å slå sammen romvolum. Det betyr at det er mulig å redusere antallet av beregningssoner, Forutsetningen for å slå sammen romvolum fra IFC modellen i IDA ICE, er at høyden er lik og at romvolumene er plassert på samme etasje.

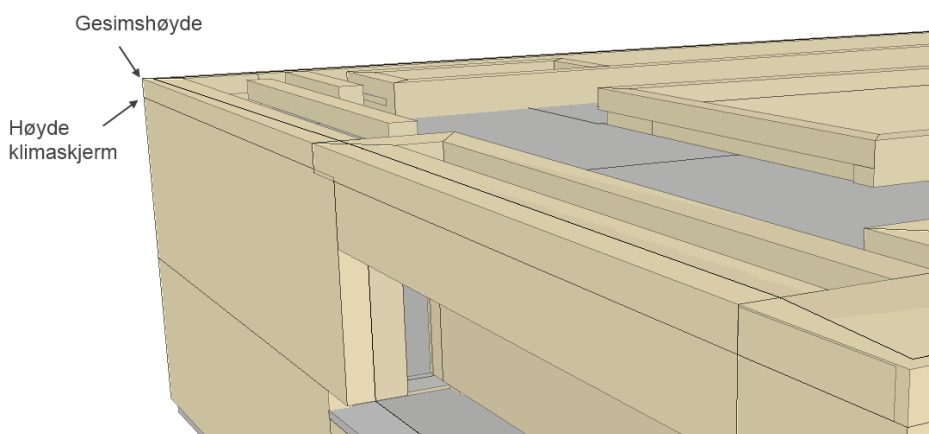


Figur 4.10 Ulike høyder på 5. et.

Det er ulike metoder for å endre romvolumhøyden i IFC modellen. Dette kan gjøres i ARK sin modell eller manuelt i IDA ICE, men dette er veldig tidskrevende. Det bemerkes at Datacubist jobber med å få på plass en tilleggsfunksjon inn i Naviate Simple BIM, slik at høyden enkelt kan endres. Det er derfor ukjent hvor problematisk ulike høyder er på fremtidig import av IFC modeller til energiberegningsprogrammer.

4.9 Gesimser

Gesimser kan være utfordrende ved import i IDA ICE. Dette skyldes at IDA ICE ikke klarer å differensiere mellom klimaskjermfasade og gesims. Bygningskroppen som defineres i IDA ICE basert på IFC modellen blir derfor for høy. Figur 4.11 og Figur 4.12 visualiserer denne problematikken. Det anbefales å tegne gesimser i et eget lag i ARK modellen, slik at gesimser enkelt kan fjernes i IFC eksporten. Alternativt kan bygningskroppen tilpasses manuelt i energiberegningsmodellen, men dette kan være tidskrevende. Hvis ikke bygningskroppen endres slik at gesimser ikke inngår i klimaskjermdefinisjonen i IDA ICE, da er det risiko for at enten volum og ytterfasade blir for stort eller at takarealet blir for lite.



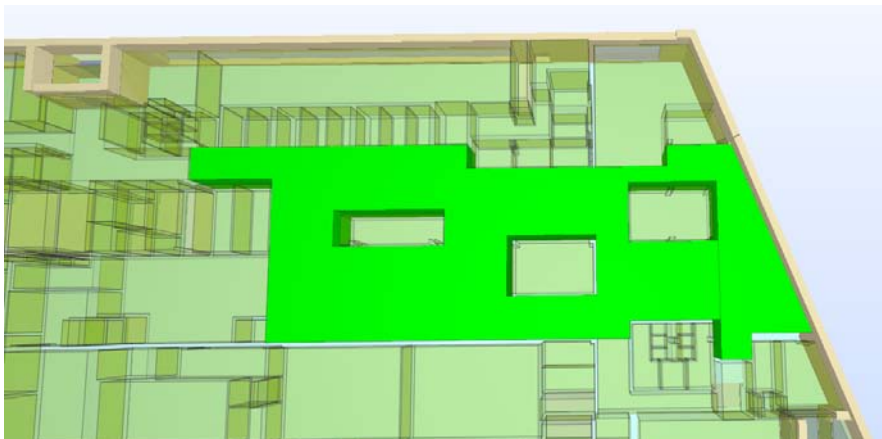
Figur 4.11 Definisjon av gesims og høyde klimaskjerm.



Figur 4.12 Høyde på klimaskjerm i IDA ICE etter import av IFC modell med gesims.

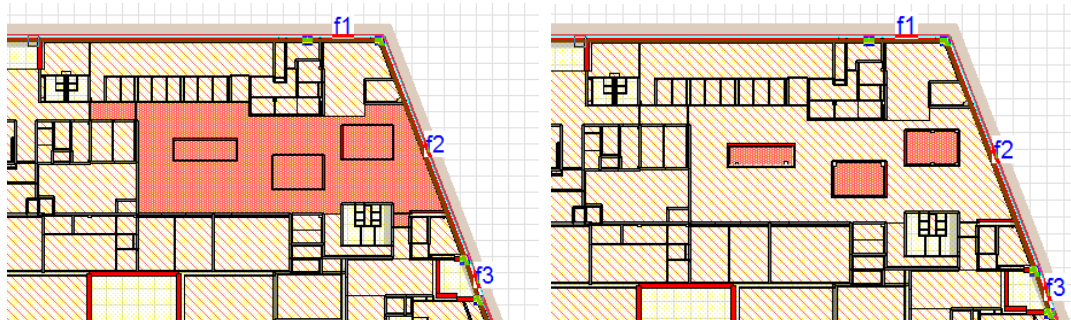
4.10 Romvolum med hull

Romvolum med hull er problematiske å importere i IDA ICE. Figur 4.13 illustrerer et slik romvolum.



Figur 4.13 Romvolum med hull, hvor andre romvolum er plassert inne i selve romvolumet.

Romvolum med hull forenkles i IFC importen i IDA ICE, da romvolum ikke kan inneholde hull bestående av innervegger. Hvis hullet skyldes en lysgård med ytterfasade, vil det være mulig å modellere romvolumet. Forenklingen i IDA ICE består i at enten kan de innvendige romvolum brukes i beregningsmodellen, eller den store omsluttende romvolumet uten hull, se Figur 4.14. De innvendige romvolumene kan evt. fjernes i Naviate Simple BIM, slik at det sikres at det ikke oppstår en konflikt i IDA ICE.



Figur 4.14 th. Forenkling av romvolum med hull i beregningsmodell i IDA ICE etter import. tv. oppbygging av innvendige romvolum til bruk i beregningsmodell.

4.11 Import av IFC modell i IDA ICE

Det er mange utfordringer tilkoblet import av IFC modeller i beregningsprogramvarer. Undersøkelsen av IFC modellen til PNN er ikke 100 % dekkende, men dekker de mest relevante utfordringer og beskriver relevante løsningstiltak. Ved å inkludere løsningstiltakene beskrevet i dette kapitlet vil det derfor, med stor sannsynlig, være mulig å oppnå en IFC import i IDA ICE, slik at modellen kan brukes til inneklimate og energiberegninger. Det må imidlertid påregnes tid til tilpasning av beregningsmodellen, slik at den oppfyller krav til inneklimate og energiberegningsmodeller.

For IFC modellen har de beskrevne løsningstiltakene ført til at det er mulig å importere IFC modellen til IDA ICE, hvor de viktigste funksjonene i modellen er korrekte, dvs. bygningskroppen er korrekt, vinduene er koblet til romvolumene, det er definert et romvolum i hvert rom osv. Det er imidlertid nødvendig med enkelte tilpasninger av beregningsmodellen, slik at den tilfredsstiller kravene til inneklimate og energiberegningsmodeller. Dette er tilpasninger som er løsbare i fremtidige prosjekter, slik at arbeidsprosessen blir mer effektiv. Tilpasningene gjelder eksempelvis høyde på romvolum, glassfasader, objekter som overlapper etasjer osv.

5 UTFORDRINGER VED IMPORT AV IFC TIL IES-VE

Rambøll har undersøkt muligheten for bruk av beregningsprogramvaren IES-VE for import av BIM. Rambøll sitt bidrag er i hovedsak beskrevet i dette kapitlet.

5.1 Grunnlag og forutsetninger

Dette kapitlet handler om BIM import i IES-VE. IFC-modellen, som ble undersøkt, er en revidert versjon av den opprinnelige IFC modellen for PNN. Modellen er derfor allerede revidert iht. enkelte av utfordringene funnet ved gjennomgangen av IFC import i IDA ICE.

Rambøll sin oppgave i delprosjektet har vært å forsøke å importere en ferdig optimert IFC-modell til IES-VE og melde tilbake om eventuelt optimeringsbehov. Etter at BIM Consult og Erichsen & Horgen hadde startet å optimere IFC-modellen forsøkte vi å importere den inn i IES-VE. Det var ikke mulig å vente til IFC-modellen var ferdig optimert ettersom det var en kontinuerlig prosess mellom BIM Consult og Erichsen & Horgen i delprosjektet. Vi trengte også noe tid på å importere filen ettersom vi samarbeidet med programutviklerne av IES-VE for å få importen til å fungere. I tillegg fikk vi hjelp til å analysere IFC-modellen av Thomas Fænø Mondrup ved Danmarks Tekniske Universitet

5.2 IES-VE

Virtual Environment laget av Integrated Environmental Solutions (IES-VE) er et dynamisk simuleringsprogram. IES-VE består av en pakke med integrerte analyseverktøy, som kan brukes til å undersøke ytelsen til en bygning. All interaksjon mellom brukeren og programvaren gjennomføres i et grafisk brukergrensesnitt og verktøyet er basert på en geometrisk modell. Man kan legge inn bygningselementer detaljert med alle komponenter og man kan bygge opp skygger akkurat slik man vil. Programmet beregner blant annet energibehov, termisk komfort, naturlig ventilasjon, dagslys, varmesystemer og ventilasjonssystemer. I dette prosjektet ble versjon 2014.0.0.0 benyttet.

Programmet er validert etter NS-EN 15265, og kan dermed benyttes for dynamiske energiberegninger etter NS3031.

5.3 Hvordan IES-VE importerer IFC-filer

Romvolum og romvolumgrenser (IfcRelSpaceBoundary) er viktige størrelser i forbindelse med import av IFC-filer i IES-VE. Et romvolum kan være ett enkelt rom, eller det kan være en gruppe med flere tilstøtende rom.

I IFC-filer finnes følgende hierarki for hvert romvolum:

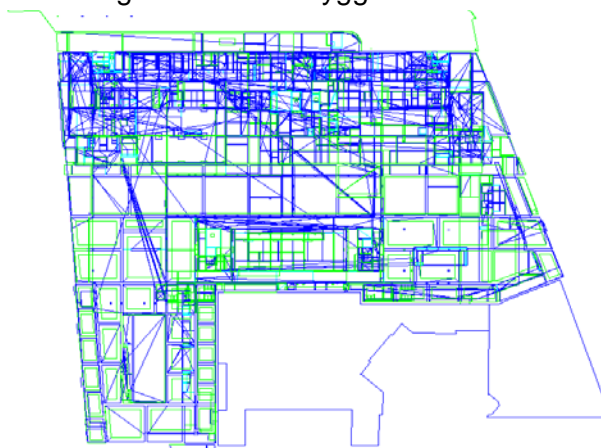
1. En definisjon av romvolumet. En gulvflate og en høyde, men ingen dører eller vinduer.
2. En definisjon av romvolumenes avgrensning, enten
 - a. Romvolumgrense nivå 1 definisjon: Alle overflatene til romvolumet definert i 3D med åpninger.
 - Eller
 - b. Romvolumgrense nivå 2 definisjon. Alle overflatene til romvolumet definert i 3D med åpninger og overflatene er delt inn etter tilstøtende rom.

Filen som er undersøkt hadde romvolumgrense nivå 2.

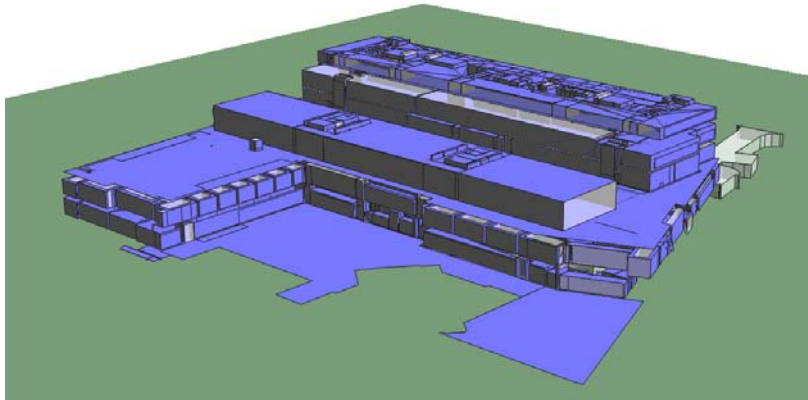
IES bruker alltid romvolumgrense definisjonene for å importere geometrien til IES-filer og ikke selve definisjonen av romvolumet.

5.4 Importert IFC-fil

Figur 5.1 og Figur 5.2 viser den importerte IFC-filen i IES-VE. De fleste romvolumene er importert og geometrien til bygget er ganske korrekt. Fasaden er imidlertid ikke bygget opp korrekt og det mangler noen vinduer og noen deler av ytterveggen. IES-VE har også bygd opp noen romvolum på forsiden og baksiden av bygget som ikke finnes i IFC-filen.



Figur 5.1. Plantegning av importert modell i IES-VE.

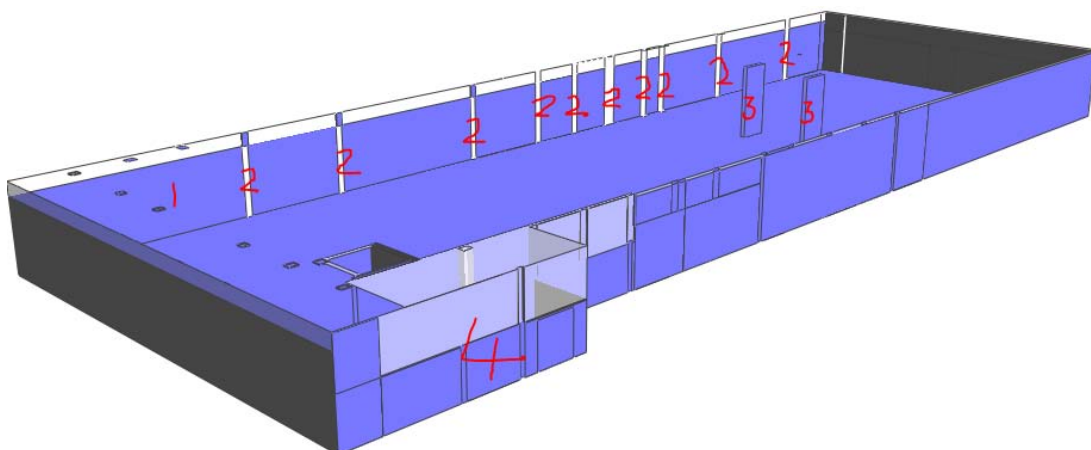


Figur 5.2. 3D-tegning av importert modell i IES-VE

5.5 Problemer med import av IFC-fil

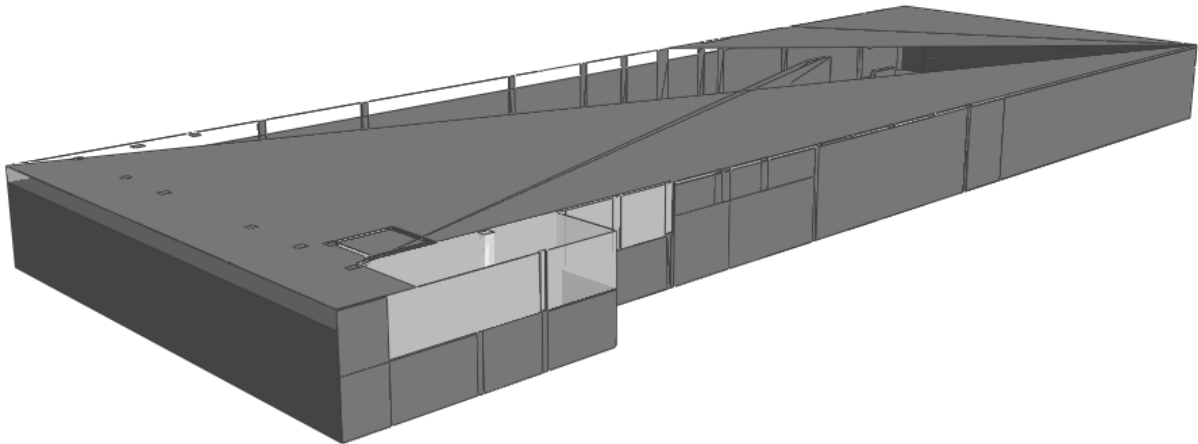
Det tas utgangspunkt i et rom for å illustrere problemene med importen. Romvolumet som studeres er vist i Figur 5.3 og Figur 5.4. I Figur 5.3 vises først hvordan IES tolker informasjonen i romvolumgrensene, og så hvordan IES prøver å rette opp det som oppfattes som feil geometri i Figur 5.4. Følgende virker som feilkilder med hensyn til hvordan IES tolker informasjonen i romvolumgrensene:

1. Tak mangler. IES krever at selv indre romvolum (romvolum som har minst en etasje over seg) har et definert tak ettersom de importerer geometrien via romvolumgrenser.
2. Hull i yttervegg der det er søyler.
3. Overflater midt i romvolumet. Disse er bærende innervegger som skal være med.
4. Overlapping med andre romvolum og feiltolkning av geometri. Det er en dør i veggen, men ingen vinduer. Det er flere romvolum fra etasjen over som overlapper romvolumet i dette området.



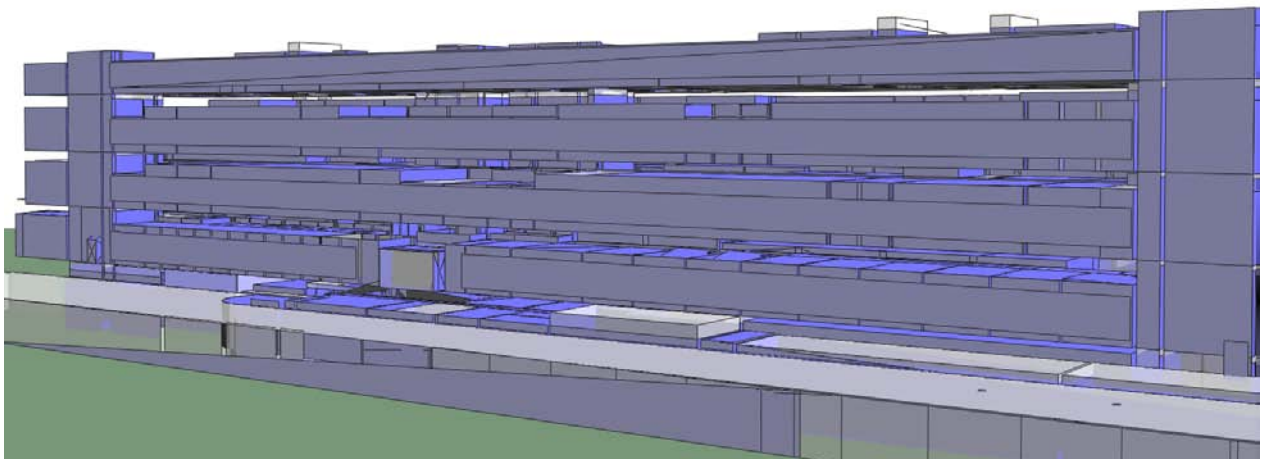
Figur 5.3. Før IES forsøker å rette opp geometrien.

Figur 5.4 viser resultatet etter at IES forsøker å rette opp geometrien. IES-VE greier ikke å fullstendig rette opp geometrien. Noen av hullene i ytterveggen fylles igjen, men ikke alle. IES-VE greier ikke å gjøre noe med overlappingen mot andre romvolum, og taket blir bygd opp feil.



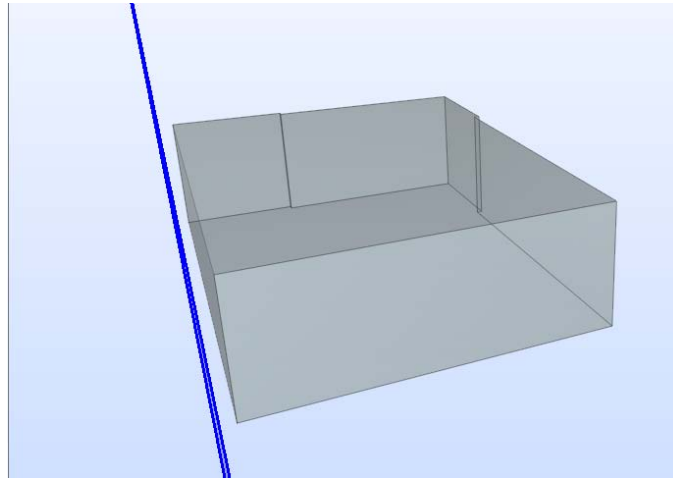
Figur 5.4. Etter at IES forsøker å rette opp geometrien

Å importere fasadene korrekt virker som det største problemet. Bildet i Figur 5.5 er fra kontordelen. Man ser at vinduene ikke er importert som vinduer og at store deler av ytterveggen mangler.



Figur 5.5. Bilde av kontordelen fra IES-VE modellen.

Vi har gått inn og studert IFC-filen i 5. etasje. Hvis man undersøker romvolumgrensene til vinduene så ser man, som figuren under viser, at romvolumgrensene til vinduene flyter i luften i stedet for å være i samme plan som veggen til romvolumet. Programutvikleren mener at det fører til at vinduene ikke blir importert og det kan gi følgefeil for hele fasaden.



Figur 5.6. Romvolumgrense (blå strek) for vindusrekken i plan 5 på kontordelen.

5.6 Import av IFC modell i IES-VE

Vi har observert at det oppstår feil i geometrien når IES importerer romvolumgrenser; tak mangler, det er hull i yttervegg, vinduer blir ikke importert, og det er overlapp med andre romvolumer. IES-VE forsøker å rette opp geometrien, men greier ikke helt å rette opp hull i ytterveggen og overlapping med andre romvolumer. Manglende vinduer blir naturlig nok heller ikke rettet opp.

Vår oppgave i delprosjektet har vært begrenset til å forsøke å importere en ferdig optimert fil. Vi har derfor ikke fått bearbeidet den importerte modellen i IES-VE tilstrekkelig til at den er klar til å brukes til energiberegninger. Men ved å benytte seg av løsningstiltakene beskrevet i rapporten så vil man ha mulighet til å få en modell som det er mulig å gjøre beregninger med. IES-VE importerer alltid modellen gjennom romvolumgrensene, og dette medfører at de som lager IFC-filen må rette ekstra oppmerksomhet på å få geometrien korrekt definert med romvolumgrenser. Åpninger (dører, vinduer og hull) må representeres med romvolumgrenser og romvolumgrensene må være i samme plan som veggen hvor åpningen skal være.

6 KRAV TIL IFC MODELLER INNEKLIMA- OG ENERGIBEREGNINGER

Krav til IFC modeller for import i energi- og inneklimaprogramvarer vil avhenge av det enkelte prosjektet og programvare som benyttes av både ARK og RIEN. Erfaringsmessig ligner mange IFC modeller mer på en 3D visualisering enn en BIM modell. En BIM modell av høy kvalitet vil løse en del av utfordringene og kravene som er beskrevet i dette avsnittet. Bruk av IFC modeller til i inneklima- og energiberegninger vil uansett stille store krav til kompetansenivået for både ARK og RIEN.

Undersøkelser foretatt i denne rapporten viser at det er basale forskjeller i import av BIM modeller i inneklima- og energiberegningsprogrammer. Undersøkelsen viser eksempelvis at IES-VE er mer avhengig av romvolumegrenser enn IDA ICE.

Kravene som er listet opp i dette avsnittet er basert på krav foreslått i undersøkelse foretatt på Molde Tinghus, erfaringer fra dette FoU prosjektet og krav foreslått at programutviklerne. Følgende krav foreslås til IFC modeller for bruk til import i energi- og inneklimaprogrammer:

- Trapper, bjelker, toaletter og annen møblering fjernes
- Bygningselementer som ligger utenfor klimaskjermen fjernes
- Bygningselementer må ikke overlape etasjeskiller
- Romvolum som ligger utenfor klimaskjermen fjernes
- Romvolum må ikke overlape etasjeskiller
- Geometrien til romvolum skal være et lukket volum uten hull eller overlapping med andre romvolum
- Alle bygningselementer må være koblet til sine respektive etasjer
- Alle lokaler må ha et definert romvolum
- Alle vinduer og dører må tilknyttes en bestemt veggkonstruksjon via en åpning og må være omsluttet av samme etasje som vegg
- Vinduer og dører må ligge fullstendig innenfor den aktuelle vegg
- Alle glasskonstruksjoner, eks. vinduer, glassfasader, dører osv. må modelleres som vinduer omsluttet av et definert veggelement.
- Navn/Betegnelse på bygningselementer av samme type og kvalitet må være like da dette også importeres
- Etasjer må ikke overlape hverandre
- Taket på bygningen må dekke alle etasjer som ikke har en annen etasje over seg
- Gesimser bør modelleres i eget lag og bør ikke inkluderes i ARK sin IFC-eksport
- Alle endringer i byggefasen må også endres i IFC modellen, slik at IFC modell til bruk i energimerkeberegning inneholder oppdatert informasjon

I prosjekteringsøyemed er en av de sentrale utfordringene å få definert ansvaret for oppsetting og kvalitetssikring av IFC modellen, slik at modellen oppfyller kravene til import i beregningsprogrammet. Kravene til IFC modellen henvender seg hovedsakelig til ARK-modellen

og det vil derfor være naturlig at dette ansvaret plasseres hos ARK. RIEN bør imidlertid stå til rådighet ved undersøkelse av IFC modellen, da det er RIEN som har kompetansen innen programspesifikke krav. BIM kompetansen til ARK og RIEN samt samarbeidet mellom disse vil være nøkkelen for å oppnå en suksessfull IFC import.

Erfaring med undersøkelse av IFC modeller for import i energi- og inneklimaprogrammer viser at det kreves stor bearbeidning og tilpasning både for ARK og RIEN av IFC modellen før modellen kan importeres. Forbildeprosjekter som ønsker å bruke BIM som et integrert verktøy i energi- og inneklimaberegning bør derfor avsette en del ressurser koblet til bearbeidning og kvalitetssikring av IFC modellen. Dette arbeidet bør starte i en tidlig fase, slik at kravene til BIM i energi- og inneklimaberegninger er med til å sette rammene for moddele-rinsarbeidet. Eventuelle nødvendige endringer bør derved reduseres til et minimum, da de fanges tidlig i prosjekteringsfasen.

7 IFC IMPORT OG SB SIN BIM MANUAL

Statsbygg sin BIM manual er gjennomgått for å identifisere punkter som motarbeider import av BIM modeller i inneklima- og energiprogramvarer. Tabell 7.1 oppsummerer punktene som er kritiske i forhold til foreløpige erfaringer med bruk av BIM i inneklima- og energiberegninger. "Ref #" i tabellen henviser til nummerangivelse i BIM manualen. Ytterligere bør det utarbeides et eget avsnitt i Statsbygg sin BIM manual basert på kravene beskrevet i kapittel 6.

Tabell 7.1 Oppsummering av punkter i Statsbygg sin BIM manual, hvor det er risiko for at BIM manualen motarbeider import av BIM modeller i inneklima- og energimodeller. "Ref #" i tabellen henviser til nummerangivelse i BIM manualen.

Ref. #	Tema	Kommentar
12	Relasjoner	Dette punktet er viktig for suksessfull IFC import. Bør følges opp nøye.
15	Eiendom	Hvis det opprettes delmodeller bør dette gjøres på bygningsnivå. For at beregningsprogrammer skal kunne importere IFC modeller, skal romvolum og klimaskjerm ligge i samme modell.
17	Etasjer	Hvis bygget inneholder mesaniner eller høye rom, hvor det er risiko for at fasade, vinduer eller romvolum overlapper etasjeskiller, bør modellen bygges opp slik at vinder og fasade ikke overlapper etasjeskiller og romvolum koples til nederste etasje.
22	Romarealer- Utendørs	Utendørs romfunksjoner modellert i IFC modellen bør ikke inkluderes i IFC modell til import i beregningsprogram. Romvolum plassert utenfor bygget fører til importfeil.
46	Yttervegger/ omsluttende bygningsdeler	Dette punktet er viktig for suksessfull IFC import. Bør følges opp nøye.
53	Teknisk rom, sirkulasjons- og bruttoareal	Det er viktig at dette punktet følges opp. Alle rom må inneholde et romvolum.
72	Vinduer og dører	Alle bygningselementer som inneholder glass bør modelleres som vindu, da beregningsprogrammene ellers importerer elementene som tette bygningselementer
95	Romarealer – tekniske rom, sjekter, utvendige rør-/kanaltraseer (kulverter) osv.	se kommentar for punkt 17 og 22.
129	BIM i byggefasen - generelt	Energimerking av bygg, kan som hovedregel, først foretas når bygget er står ferdig. Krav til BIM i byggefasen for bruk til import i energiprogrammer bør derfor oppfylle samme krav som i prosjekteringsfasen.
130	Sporing av endringer under bygging inntil "som bygget"	Alle endringer i byggefasen må også endres i IFC modellen, slik at IFC modell til bruk i energimerkeberegning inneholder oppdatert informasjon.

8 KONKLUSJON OG PERSPEKTIVERING

Formålet med undersøkelsen beskrevet i denne rapporten var å øke kunnskapen rundt IFC modeller brukt til import i energi- og inneklimaprogrammer. Ønsket var å jobbe videre med erfaringene fra Molde Tinghusprosjektet, som resulterte i en liste med forslag til krav for IFC modeller til bruk i energi- og inneklimaprogrammer. Listen med forslag til krav er blitt videre utviklet basert på erfaringene for IFC modellen til PNN. Hovedformålet har derfor ikke vært å få satt opp en IFC modell, som gir en 100 % vellykket import, men undersøke hvilke utfordringer fremtidige forbildeprosjekter, som ønsker å bruke BIM som et integrert verktøy i energi- og inneklimaberegning, bør være spesiell oppmerksom på. I tillegg er det undersøkt hvordan Statsbygg sin BIM-manual kan optimaliseres mht. bruk av BIM i inneklima- og energiberegninger.

Samspill mellom ARK og RIEN vil i faktiske byggeprosjekter være svært viktig, hvis det velges at BIM skal brukes som sentralt underlag til energi- og inneklimaberegninger. Det betyr at ansvarsfordeling for kvalitetssikring og utbedring av IFC modellen bør klarlegges i en tidlig fase. Hovedansvar for å sikre IFC-filer av nødvendig kvalitet, vil naturligvis ligge hos ARK, men ansvarsfordeling kan variere noe av størrelse på prosjektet og tilgjengelig verktøy. Det kan også være relevant for forbildeprosjekter å inkludere relevante programutviklere i enkelte faser av analysearbeidet av BIM modellen, da de har stor kjennskap til mulige løsningsforslag og begrensninger tilknyttet verktøyene.

Listen med forslag til krav, videreutviklet her, er ment som et hjelpeverktøy, som kan brukes i fremtidige prosjekter som ønsker å bruke BIM integrert i energi- og inneklimaberegninger. Faktiske krav vil være forskjellig fra prosjekt til prosjekt og avhengig av bygningsutforming samt modellerings- og beregningsprogram. Det er imidlertid viktig å poengtere at en BIM modell av høy kvalitet uansett vil være et godt utgangspunkt for en vellykket IFC import. Erfaringen viser dessverre at BIM modeller brukt i dagens byggeprosjekter ligner oftest mer på 3D visualiseringer enn på faktiske BIM modeller.

Undersøkelser foretatt på nåværende tidspunkt viser at BIM fremdeles ikke er modent til å inngå som et sentralt underlag til energiberegningene. Erfaring fra FoU prosjektene viser at det krever et stort ekstra arbeid å få modifisert modellen til å oppfylle kriteriene til import. Dette skyldes begrensninger i energiprogramvare, svakheter i modelleringsverktøy, generell kvaliteten på BIM modeller og kompleksiteten i bygningsutforming.

Potensialet for bruk av BIM som underlag til energi- og inneklimaberegninger er imidlertid stort. Undersøkelse og utvikling av fremtidig krav til BIM modeller er en sentral faktor for fremtidig bruk av BIM. Dette har vært en sentral drivkraft for dette arbeidet, og det er behov for ytterligere arbeid før BIM blir et pålitelig underlag til inneklima- og energiberegninger.

9 VIDERE ARBEID

For å videreutvikle og optimalisere bruken av BIM som et integrert prosjekteringsverktøy, inklusiv som underlag til energi- og inneklimategninger, er det viktig å fortsette arbeidet med utvikling av BIM.

Det foreslås å jobbe videre med følgende områder:

- Undersøkelsene av BIM i energi- og inneklimategninger er basert på IFC modeller som inneholder den totale bygningsmassen. I enkelte prosjekter vil det være relevant utelukkende å jobbe med deler av bygget. utfordringer og forslag til krav til IFC modeller for slike prosjekter bør undersøkes nærmere og vil være til stor hjelp for fremtidige byggeprosjekter.
- Kommentarer og løsningstiltak fra programutviklerne i dette prosjektet omhandlede hovedsakelig modelleringsstrategi og eksportinnstillinger koblet til ARK sitt arbeid. Løsningstiltakene vil enkelt kunne innarbeides i prosjekter, hvis tiltakene inkluderes tidlig i prosjektfasen, hvor ARK fremdeles holder på med overordnet IFC modellering av bygget. Bruk av BIM i energi- og inneklimategninger i tidlig prosjekteringsfase vil kunne avdekke om enkelte problematikker avdekket i denne rapporten vil kunne unngås.
- Statsbygg sin BIM-manual bør oppdateres med krav til inneklimategninger og energimodeller, slik at kravene angitt i manualen ikke motarbeider import av BIM modeller i inneklimategninger og energiprogramvarer.
- Erfaring for BIM i energi- og inneklimategninger viser at kvaliteten på BIM modeller i eksisterende byggeprosjekter ikke lever opp til generelle kravene for BIM modeller eller krav i Statsbygg sin BIM-manual. Rutiner hvor sentrale krav i Statsbygg sin manual enkelt kan kontrolleres og følges opp, kan med fordel utarbeides. Dette vil med stor sannsynlighet øke kvaliteten på BIM modeller i byggeprosjekter betraktelig

RÅDGIVERE MED SPISSKOMPETANSE

Erichsen & Horgen er Norges største rådgiverselskap med spisskompetanse innen VVS, energi og klimateknikk, særlig for bygg i kaldt klima. Våre ingeniører leverer i tillegg et bredt spekter av tilgrensende spesialiserte tjenester for bygge- og eiendomsbransjen.

Vi yter rådgivning og prosjektering for alle prosjektfaser fra utvikling og utredning av muligheter, via detaljering av planer til bygging/implementering og drift.

Vi deltar aktivt i utvikling av vårt fag, både ved deltakelse i komiteer, arbeidsgrupper og ved forskning og utvikling innenfor de fag vi har spisskompetanse i.

Årlig utføres flere hundre store og små oppdrag innenfor følgende områder:

- Inneklima
- Dagslys
- Energibruk
- Miljø
- Bygningsfysikk
- Brannteknikk
- Sanitær og utendørs VVS
- Energiforsyning
- Varmeanlegg
- Gass varmeanlegg
- Medisinsk gass og trykkluft
- Kuldeanlegg
- Luftbehandlingsanlegg
- Luftkjøleanlegg
- Automatikk og SD-anlegg
- Avfallsug og støvsugeranlegg