

Automatisering av bygglovsansökningsprocessen med stöd av BIM och GIS

Josefine Axelsson

Civilingenjörsutbildningen i Lantmäteri
Lunds Tekniska Högskola

Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemvetenskap
Lunds Universitet





LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Automatisering av bygglovsansökningsprocessen med stöd av BIM och GIS

*EXTM05 Master uppsats, 30 hp
Civilingenjörsutbildningen i Lantmäteri*

Josefine Axelsson

Handledare:

Lars Harrie

Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemvetenskap

Martin Hooper

Sweco Position AB

2 juli 2018

Opponent: Elisabeth Persson
Examinator: Petter Pilesjö

Copyright © Josefine Axelsson, LTH

Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemvetenskaper
Lunds Universitet
Sölvegatan 12
223 62 Lund

Telefon: 046-222 30 30
Fax: 046-222 03 21
Hemsida: <http://www.nateko.lu.se>

Examensarbete i geografisk informationsteknik nr 25
Tryckt av E-tryck, E-huset, 2018

Abstract

The Swedish government set up a goal in 2011 of making the best use of digitization opportunities. The digitization of the building permit process has, however, been slow. The process of building permits is today (2018) a slow, expensive and inefficient process. The possibilities to apply for building permits with e-credentials is only available in 30 percent of municipalities and 60 percent have some kind of e-service application. Application for building permit requires the attachment of drawings and plans, often in PDF format.

A number of projects are ongoing to digitize and automate the planning and building permit process. The Får jag lov-project is one of them whose overall purpose is to develop the general services that the municipalities need to handle the planning and building process digitally. The Auto Control Approach described in Får jag lov involves testing rules and requirements from a digital development plan against a digital building model (Building Information Modeling, BIM).

In order to digitize and automate the construction license application, the application must be digitally controlled against the applicable rules and regulations. In order to implement it, comparing data is required. The data required is building data in the form of BIM, geographic data about the property and provisions of the detailed plan that govern the construction of a building. A control requires that what is regulated in the detailed plan can be retrieved in the BIM model or geographic data, or calculations using the model and data can be performed.

In this study we estimate the building area using BIM models with script developed in FME (Feature Manipulation Engine). Three scripts have been developed and tested: Automatic calculation - IFC model without object for BYA, Automatic calculation - IFC model with BYA objects and a combination of these two. Some of the models' area has been calculated in the manual manner used in applications for building permit today.

A comparative study has been conducted in which eight models were tested. Depending on the purpose for which the model is created, what level of detail the model has and how many objects the model contains determines for which script the model can be tested. Only three have information about a manually calculated area.

Evaluation of the script showed that it is difficult to develop generic and automated scripts that can handle all different IFC models. The models tested do not relate to any design or content requirements. In order to realize digital and automatic building permit control, requirements are required for the design and content of the BIM model and detailed plans.

Sammanfattning

Sveriges regering satte 2011 upp mål om att bli bäst på att utnyttja digitaliseringens möjligheter. Digitaliseringen av bygglovsprocessen har trots det gått långsamt. Bygglovsprocessen idag (2018) är en långsam, dyr och ineffektiv process. Möjligheten att söka bygglov med e-legitimation finns endast hos 30 procent av kommunerna och 60 procent har någon slags e-tjänst ansökan. Ansökningarna innebär att ritningar och planer över det som söks bygglov för bifogas, ofta i PDF-format.

Det pågår ett antal projekt för att digitalisera och automatisera plan- och bygglovsprocessen. Får jag lov-projektet är ett av dem vars övergripande syfte är att utveckla de generella tjänster som kommunerna behöver för att hantera plan- och byggprocessen digitalt. Tillvägagångssättet för automatisk kontroll som beskrivs i Får jag lov innebär testning av regler och krav från en digital detaljplan mot en digital byggnadsmodell (Building Information Modelling, BIM).

För att digitalisera och automatisera bygglovsansökan krävs att ansökan ska kunna kontrolleras digitalt mot de regler och bestämmelser som gäller. För att genomföra det krävs jämförelse av data. Den data som krävs är byggnadsdata i form av BIM-modell, geografiska data om fastigheten och bestämmelser från detaljplanen som reglerar byggandet. En kontroll kräver att det som regleras i detaljplanen går att återfinna i BIM-modellen eller den geografiska data, alternativt att beräkningar utifrån modell och data går att genomföra.

I denna studie estimeras byggnadsarean med BIM-modeller med skript utvecklade i FME (Feature Manipulation Engine). Tre skript har utvecklats och testats: Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYA, Automatisk beräkning - IFC-modell med objekt för BYA och en kombination av dessa två. Vissa av modellernas area har beräknats på det manuella sättet som används i bygglovsansökningar idag.

En jämförande studie av åtta modeller har gjorts. Beroende på i vilket syfte modellen är skapad, vilken detaljnivå modellen har och hur många objekt modellen innehåller avgör för vilka skript modellen kan testas för. Endast tre modeller har information om en manuellt beräknad area.

Utvärdering av skripten visade att det är svårt att utveckla generiska och automatiska skript som kan hantera alla olika IFC-modeller. De modeller som testats förhåller sig inte till några krav på utformning eller innehåll. För att kunna realisera en digital och automatisk bygglovskontroll behövs det ställas krav på utformningen av och innehållet i BIM-modellen och detaljplaner.

Förord

Denna rapport är resultatet av det slutliga examensarbetet i utbildningen Civilingenjör inom Lantmäteri med specialisering Geografisk informationsteknik på Lunds Tekniska Högskola.

Jag vill tacka min handledare på Lunds Universitet, Lars Harrie, för allt stöd, engagemang, korrekturläsning samt återkoppling under examensarbetets gång. Jag vill även tacka Martin Hooper på Sweco Position för skapande och tillhållande av data samt återkoppling på rapporten.

Slutligen vill jag tacka Sweco Position i Malmö för att jag fått möjlighet att genomföra mitt examensarbete där och alla medarbetare för trevligt lunchsällskap.

Lund den 2 juli 2018

Josefine Axelsson

Innehåll

I	Inledning	1
1	Introduktion	2
1.1	Bakgrund	2
1.2	Problemformulering	2
1.3	Syfte	3
1.4	Avgränsning	3
1.5	Disposition	3
2	Metod	5
2.1	Litteraturstudie	5
2.2	Intervju	5
2.3	Programutveckling	5
2.4	Jämförande studie	5
II	Teoretisk referensram	6
3	Bygglovshantering	7
3.1	Plan- och bygglagen	7
3.2	Detaljplanering	7
3.2.1	Detaljplanens omfattning och utformning	7
3.2.2	Bestämmelser om byggnation	8
3.3	Bygglovsgranskning	9
3.3.1	Dokument i ansökan	9
3.4	Vision/framtida bygglovsansökan	9
4	Digitalisering av samhällsbyggnadsprocessen med inriktning på bygglovshantering	11
4.1	Sverige	11
4.1.1	Digital först - för en smartare samhällsbyggnadsprocess	11
4.1.2	Får jag lov?	11
4.1.3	Smart Built Environment	12
4.2	Norge	13
4.2.1	Bygglovsansökan - Byggesøk	14
4.3	Singapore	15
4.4	Forskningsstudier	15
4.4.1	Automatisk kontroll	16
4.4.2	Korea - KBim	16
5	Dataformat	19
5.1	XML	19
5.1.1	GML	19
5.1.2	CityGML	19

5.2	IFC	20
6	Standarder	22
6.1	Geografisk information – Detaljplan – Applikationsschema för planbestämmelser	22
6.2	Area och volym för husbyggnader - Terminologi och mätregler .	25
6.2.1	Mätvärdhet	25
6.2.2	Byggnadsarea - BYA	25
6.2.3	Öppenarea - OPA	27
6.2.4	Bruttoarea - BTA	27
6.2.5	Bruksarea - BRA	27
III	Resultat	28
7	Metoder för att skatta byggnadsarea	29
7.1	Manuell beräkning	29
7.2	Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYA	29
7.2.1	Användarkrav	29
7.2.2	Systemkrav	29
7.2.3	Programmets arkitektur	30
7.2.4	Implementation	31
7.2.5	Användning av skript	35
7.2.6	Utvärdering	35
7.3	Automatisk beräkning - IFC-modell med objekt för BYA	36
7.3.1	Användarkrav	36
7.3.2	Systemkrav	36
7.3.3	Systemarkitektur	36
7.3.4	Implementation	36
7.3.5	Utvärdering	37
7.4	Automatisk beräkning med <i>IfcSpace</i> -objekt	37
7.5	Licens för skript	37
8	Jämförande studie av metoder att skatta byggnadsarea	38
8.1	Indata	38
8.2	BIM-modeller	38
8.2.1	KTH demohus	38
8.2.2	Hjaltevadshus	39
8.2.3	Kamakura House	41
8.2.4	Multihuset Bryggan 1	43
8.2.5	Nyvångskolan i Dalby	45
8.2.6	Revit House	47
8.3	Utvärdering av areaberäkning	49

9	Digital hantering av krav för bygglov	51
9.1	Översikt	51
9.2	Digital och automatisk kontroll av gällande regler	52
9.2.1	Användning	52
9.2.2	Placering och orientering	52
9.2.3	Utformning	53
9.2.4	Utförande och byggnadsteknik	53
9.2.5	Lovplikt	53
9.2.6	Omgivning	54
9.2.7	Bestämmelser om lägenheter	54
9.3	Sammanställning av gällande regler	54
9.4	Program för automatiserad kontroll av BIM-modeller	54
9.5	Detaljpaneläsare	55
IV	Diskussion och slutsatser	56
10	Diskussion	57
10.1	Krav på modeller och indata vid beräkning av BYA	57
10.2	Krav på modeller och indata för övriga bestämmelser	58
10.3	Krav på detaljplanens utformning	58
10.4	Hantering i andra länder	59
10.5	Skript	59
11	Slutsatser	61
A	Bilaga - Lagar om byggnation	66
B	Bilaga - Ritningar och planer	69
C	Bilaga - Krav på Ifc-modeller som ställs av norska Felletjenester BYGG	74
D	Bilaga - FME-skript	77
D.1	Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYA	77

Figurer

1.1	Automatisk bygglovs kontroll	3
3.1	Illustration av en digital och automatiserad bygglovsansökan . .	10
4.1	sePlan - Norges nationella kartjänst	13
4.2	GISLINE-plattform	14
4.3	KBimCode generering	18
5.1	IFC	20
5.2	IFC-objektträd	21
6.1	Kodning av användningsgräns i digital detaljplan	22
6.2	Kodning av fönsterutformning	24
6.3	Kodning av högsta byggnadshöjd	24
6.4	Illustration av byggnadsarea	26
7.1	Övergripande arkitektur av skriptet automatisk beräkning utan objekt för BYA	30
7.2	Illustration av skriptet <i>Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYAs olika delar</i>	31
7.3	Skärmbild av transformern StoreyIndexFinder	32
7.4	Skärmbild av transformers Building_Clipper och PointCloudClipper	32
7.5	Skärmbild av transformern Building_Clipper	33
7.6	Skärmbild av transformern PointCloudClipper	33
7.7	Skärmbild av transformer för att skapa basen av BYA.	33
7.8	Skapandet av modeller för kontroll av utkragande delar.	34
7.9	Skärmbild av transformer för utkragande delar	34
7.10	Skärmbild av skript för areaberäkning	36
8.1	Skärmbild av byggnadsmodellen KTHdemohus	38
8.2	Skärmbild av byggnadsmodellen Hjaltevadshus 168	40
8.3	Skärmbild av byggnadsmodellen Hjaltevadshus 175	41
8.4	Skärmbild av byggnadsmodellen Kamakura House	42
8.5	Skärmbild av byggnadsmodellen Multihus fasad 1	43
8.6	Skärmbild av byggnadsmodellen Multihus fasad 2	43
8.7	Skärmbild av byggnadsmodellen Multihus fasad 3	44
8.8	Skärmbild av ej korrekt inläst geometri i FME.	45
8.9	Skärmbild av byggnadsmodellen Nyvångskolan byggnad F	46
8.10	Skärmbild av byggnadsmodellen Nyvångskolan byggnad H	47
8.11	Skärmbild av byggnadsmodellen Revit House framsida	48
8.12	Skärmbild av byggnadsmodellen Revit House baksida	48
9.1	Illustration av komponenter i ett automatiskt system för bygglovs kontroll	51

Tabeller

6.1	Subbklasser till klassen <i>DP_Variabel</i> . [39]	23
8.1	Beräknad area för KTH demohus	39
8.2	KTH demohus indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea	39
8.3	KTH demohus indata vid beräkning med <i>IfcSpace</i> -objekt	39
8.4	Beräknad area för Spira 168	40
8.5	Hjältevadshus 168 indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea	40
8.6	Beräknad area för Spira 175	41
8.7	Hjältevadshus 175 indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea	41
8.8	Beräknad area för Kamakura House	42
8.9	Kamakura house indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea	42
8.10	Kamakura house indata vid beräkning med med objekt för byggnadsarea	42
8.11	Beräknad area för Multihuset	44
8.12	Multihuset indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea	44
8.13	Beräknad area för Nyvångskolan byggnad F	46
8.14	Byggnad F indata vid vid beräkning utan objekt för byggnadsarea	46
8.15	Byggnad F indata vid vid beräkning med objekt för byggnadsarea	46
8.16	Beräknad area för Nyvångskolan byggnad H	47
8.17	Byggnad H indata vid vid beräkning utan objekt för byggnadsarea	47
8.18	Byggnad H indata vid vid beräkning med objekt för byggnadsarea	47
8.19	Beräknad area för Revit House	49
8.20	Revit House indata	49
8.21	Sammanställning av beräknade byggnadsareor	49
9.1	Ungefärlig fördelning av automatiseringsmöjligheter av regler [47]	54
A.1	Gällande detaljplanebestämmelser som kan påverka byggnation inom kvartermark	66
A.2	Krav i 9 kap. 30 § 4p. PBL som ska uppfyllas för bygglov [7]	67
C.1	Ifc-objekten och den information och attribut som krävs. Markerade O för obligatorisk och V för varning.	74

Förkortningar

ALU	A ritmetic L ogic U nit
BCA	B uilding C ontrol A ct
BIM	B uilding I nformation M odelling/ M anagement
BRA	BR uks A rea
BTA	Bru Tto A rea
BYA	BY ggnads A rea
FME	F eature M anipulation E ngine
GIS	G eografiska I nformations S ystem
GML	G eography M arkup L aguage
IFC	I ndustry F oundation C lasses
LoD	L evel o f D etail
OPA	Ö Ppen A rea
PBL	P lan- och B ygglagen
XML	e Xtensive M arkup L anguage

Del I

Inledning

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

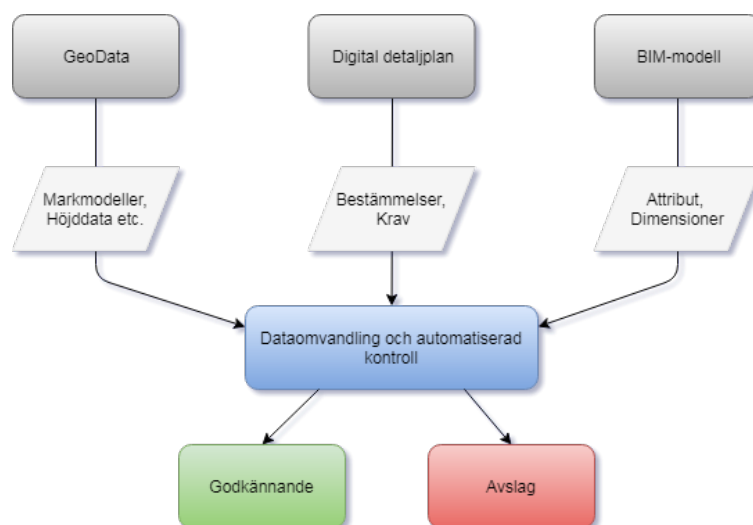
Behovet och efterfrågan av digitalisering är stor i många delar av samhället. Sveriges regering formulerade 2011 ett mål för den nationella IT-politiken om att Sverige ska bli bäst i världen på att utnyttja digitaliseringens möjligheter och i år (2018) ska en ny myndighet för digitalisering inrättas [1]. Trots det har digitaliseringen gått långsamt inom vissa områden, bygglovsprocessen är ett av dem. Bygglovsprocessen är ett kommunalt ansvarsområde och processen kan skilja sig mycket från kommun till kommun. I dagsläget är bygglovsprocessen en långsam, dyr och ineffektiv process. Endast 30 procent av kommunerna erbjuder ansökning av bygglov med e-legitimation och 60 procent har någon slags e-tjänst för ansökan [2].

Digitaliseringen i den offentliga sektorn har för avsikt att förenkla för medborgare och företag och det pågår nationella projekt för att digitalisera bygglovsprocessen. Ett steg i den riktningen är Får jag lov som är ett projekt med syfte att digitalisera och automatisera hela plan- och byggprocessen som är finansierat av Vinnova och koordineras av Boverket [3]. En del i Får jag lov-projektet är att underlätta bygglovsansökningar och hanteringen av dessa.

Automatiseringen som beskrivs i Får jag lov innebär testning av regler och krav från en digital detaljplan mot en byggnadsmodell (Building Information Modeling, BIM). Placering av en byggnadsmodell på en fastighet i ett område som regleras av en digital detaljplan i ett grafiskt användargränssnitt med automatisk kontroll skulle innebära att de ritningar och planer som i dagsläget produceras och bifogas bygglovsansökan inte skulle krävas vid ett digitalt sökt bygglov.

1.2 Problemformulering

Automatiseringen av bygglov är under utveckling men det finns idag ingen färdig komplett tjänst i Sverige för att kontrollera en byggnadsmodell mot en digital detaljplan. För att kunna göra bygglovsprocessen automatisk krävs jämförelse av data. Data som behövs är byggnadsdata från BIM-modellen, geografisk data om fastigheten och den data från detaljplanen som ställer krav på vår modell och utformning av fastighet. För att kunna göra detta krävs integration av GIS- och BIM-data vilket kan vara svårt. BIM och GIS har olika ursprung och skiljer sig i detaljeringsnivå och utformning samt kräver någon form av transformation av data. Problemet är att automatisk och generisk kontrollera BIM-modeller mot digitala detaljplaner för att avgöra om modellen uppfyller bygglovskraven. En övergripande bild av bygglovskontrollen illustreras i figur 1.1. För att det ska kunna ske krävs att rätt information finns i BIM-modellen eller att BIM-modellens geometri är utformad så att beräkning går att utföra.



FIGUR 1.1: Illustration av automatisk bygglovskontroll.

1.3 Syfte

Examensarbetets generella syfte är att studera och utvärdera metoder och forskning för automatiserad validering av regler i bygglovsprocessen och mer specifikt att:

1. Översiktligt redogöra vilka bygglovsregler som är möjliga att automatisera.
2. Designa, implementera och utvärdera automatiserad beräkning av byggnadsarea av en BIM-modell och ge rekommendationer på några krav som ska ställas på BIM-modeller för att möjliggöra detta.
3. Utvärdera och jämföra resultat från manuella och automatiska metoder för att skatta byggnadsarea.

1.4 Avgränsning

I en bygglovsansökan testas många olika egenskaper av byggnaden. De kvantitativa bestämmelserna som reglerar t.ex. area, höjd och takvinkel är lättare att automatisk validera än bestämmelser med kvalitativa aspekter. Byggnadsarean är den area som vanligtvis regleras i detaljplaner som en del i begränsning av utnyttjandegrad. I denna studie begränsas de praktiska delarna till beräkning av byggnadsarea.

1.5 Disposition

Rapporten består av fyra delar: Inledning (I), Teoretisk referensram (II), Resultat (III) samt Diskussion och slutsatser (IV).

Del I innehåller introduktion och metodik. Del II består av kapitel 3-6. Kapitel 3 beskriver bygglovshandlingen och redogör för de lagar och handlingar som hanteras vid en bygglovsansökan. I kapitel 4 presenteras olika projekt inom automatisering av samhällsbyggnadsprocessen. Dataformat beskrivs i kapitel 5 och standarder beskrivs i kapitel 6. Del III innehåller kapitel 7-9. Metoder för att skatta byggnadsarea redovisas i kapitel 7. En jämförande studie av olika metoder att skatta byggnadsarea redovisas i kapitel 8 och i kapitel 9 beskrivs digital hantering av krav på bygglov. I del IV finns kapitel 10 som innehåller diskussion och reflektion följt av kapitel 11 som innehåller slutsatser.

2. Metod

2.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie har gjorts för att ge en teoretisk bakgrund om utvecklingen av automatisering i byggprocessen i både Sverige och utomlands samt de metoder som idag finns för areaberäkning. Litteraturstudien omfattar även olika standarder, programvaror och dataformat som använts i implementation av den praktiska delen. Informationen har hämtats från artiklar, akademisk litteratur och teknikdokumentation.

2.2 Intervju

En mailintervju med Olof Kaipak, byggnadsinspektör på Höganäs kommun, om manuell skattning av byggnadsarea har gjorts för att kunna beskriva dagens areaberäkning vid en bygglovsansökan.

2.3 Programutveckling

I den praktiska studien har skript utvecklats för att beräkna area. Skripten har utvecklats i en agil process där BIM-modeller har testats och skripten revideras iterativt. Skripten har utvecklats i programvaran FME (Feature Manipulation Engine).

2.4 Jämförande studie

Skripten som utvecklats har testats för åtta BIM-modeller. BIM-modellerna har givits tillgång till av Hältevadshus, Lunds kommun, KTH och NCC genom Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemvetenskap samt av Sweco Position Malmö. De resultat som genererats av skripten samt de resultat av manuell beräkning har jämförts och utvärderats.

Del II

Teoretisk referensram

3. Bygglovshantering

3.1 Plan- och bygglagen

I Sverige regleras planläggning av mark och vatten samt byggandet av plan- och bygglagen (2010:900). Lagen reglerar hur planer ska upprättas och antas samt om allmänna och enskilda intressen ska beaktas. Plan- och bygglagen (PBL) syftar till att främja en samhällsutveckling med jämlika och goda sociala levnadsförhållande och en god och långsiktig hållbar livsmiljö. I PBL finns också regler om tillstånd vid olika byggåtgärder som marklov, rivningslov och bygglov. Enligt 1 kap. 2 § PBL är det kommunen som har ansvar för planeringen av mark och vattenområden. Planeringen sker på olika nivåer och de planer som regleras i PBL och tas fram av kommunen är regionplan, översiktsplan, områdesbestämmelser och detaljplan [4, s. 24-25].

3.2 Detaljplanering

Detaljplanen ska ge en samlad bild av den tänkta markanvändningen. Dess huvudsyften är att reglera förändring av markanvändning och bebyggelse, bevarande eller förnyelse av befintligt bebyggt område. Kommunerna har planmonopol men ska i sin planering förhålla sig till de nationella målen om allmänna och enskilda intressen i 2 kap. PBL och till hushållningsbestämmelserna i 3 och 4 kap. miljöbalken (MB) [4, s. 27]. I 4 kap. 2–3 §§ PBL regleras i vilka situationer som en detaljplan ska upprättas. Det gäller i ny sammanhållen bebyggelse, förändring eller bevaring av bebyggelse om regleringen bör ske i ett sammanhang, ett nytt byggnadsverk som kräver bygglov, får betydande inverkan på omgivningen, efterfrågan av bebyggande på ett område är stort eller om byggnader eller verksamheter kan ge följder av allvarliga kemikalieolyckor.

3.2.1 Detaljplanens omfattning och utformning

En detaljplan måste innehålla ett visst antal bestämmelser som regleras i 4 kap. 5 § PBL. Detaljplanen ska ange gränser för allmänna platser, kvartersmark och vattenområden. Kommunen ska vara huvudman för allmänna platser men kan, om det finns särskilda skäl, bestämma om det ska vara enskilt huvudmannaskap enligt 4 kap. 7 § PBL. Kommunen ska också ange en genomförande tid på mellan 5 och 15 år vilket regleras i 4 kap. 21 § PBL.

De allmänna platserna är de platser som är avsedda för gemensamma behov som t.ex. gator, parker och torg. Vattenområden kan vara t.ex. bryggor, hamnar eller badplatser. Kvartersmark utgör det som är varken allmän plats eller vattenområde. Kvartersmarken kan ha många olika användningsområden som t.ex. bostad, handel, industri, kontor och garage [4, s. 81]. Användningsbestämmelser talar om vad ett specifikt markområde får användas till och begränsas med användningsgränser. Inom användningsområdena kan användningen regleras med egenskapsbestämmelser. Egenskapsbestämmelserna anger hur

användningen får gå till och kan gälla för hela användningsområdet eller begränsas med egenskapsgränser.

En detaljplan ska bestå av plankarta och övriga bestämmelser som behövs enligt 4 kap. 30 § PBL. En planbeskrivning ska finnas tillsammans med planen och övriga bestämmelser kan vara grundkarta och fastighetsförteckning [4, s. 86]. I 4 kap. 32 § PBL ges generella krav på hur en detaljplan ska utformas. Detaljplanen får inte omfatta ett större område än vad som behövs men hänsyn till planens syfte och genomförandetid. Det ska tydligt framgå av detaljplanen vad som regleras men får heller inte var för detaljerad med hänsyn till planens syfte.

Planbeskrivningen finns för att dels öka förståelsen för detaljplanen och dels för att beskriva de konsekvenser som planen ger. Vad en planbeskrivning ska innehålla regleras 4 kap. 33 § PBL. De konsekvenser som beskrivs är miljömässiga, organisatoriska, ekonomiska, tekniska och fastighetsrättsliga. De sociala konsekvenserna tas hänsyn till då målen om allmänna och enskildas intressen beaktas i 2 kap. PBL [4, s. 103].

3.2.2 Bestämmelser om byggnation

Alla planbestämmelser måste ha stöd i plan- och bygglagen och kommunen får anta ett antal frivilliga bestämmelser som anges i 4 kap. 6, 8-18, 26 §§ PBL utöver de obligatoriska bestämmelserna i 4 kap. 5, 7, 21 §§ PBL [4, s. 113-116]. Planen får däremot inte innehålla fler bestämmelser än vad som är nödvändigt för att uppnå dess syfte.

I Boverkets allmänna råd (2014:5) om planbestämmelser för detaljplan ges allmänna råd till 4 kap. 1 §, 5-15 §§, 16 § 1-4 p., 17 §, 18 § 1 st. 1-4 p., 21, 26, 30, 32 och 33 §§ PBL. Råden är generella rekommendationer hur föreskrifterna ska tillämpas och hur någon lämpligen kan eller bör handla för att uppfylla dessa föreskrifter [5]. Ytterligare vägledning i utformning av detaljplaner kan fås av Boverkets planbestämmelsekatalog. Planbestämmelsekatalogen innehåller alla kända exempel på planbestämmelser som Boverket rekommenderat i allmänna råd eller särskilda vägledningar sedan 1949 [6].

I tabell A.1 i bilaga A presenteras de bestämmelser i en detaljplan som kan påverka uppförandet av en byggnad. Byggnader uppförs i regel på kvartersmark. Urvalet har gjorts från lagtext med stöd från Boverkets allmänna råd (2014:5) och Boverkets planbestämmelsekatalog.

I 4 kap 11 § 1 st. 1 p. PBL regleras att kommunen får bestämma bebyggandets omfattning. Detta innefattar bland annat byggnadens längd, bredd, area och höjd. I Boverkets allmänna råd (2014:5) ges råd om att utnyttjandegrad som reglerar exploateringens största och minsta omfattning kan anges i procent, fasta tal eller i en kombination av båda. De areor som begränsas är byggnadsarea eller bruttoarea.

3.3 Bygglövsgranskning

Förutsättningen för bygglov inom detaljplanelagt område följer principen att byggnadsnämnden är skyldiga att bevilja lov om alla förutsättningar är uppfyllda enligt 9 kap. 30 § PBL. Vid en bygglovsprövning ska nämnden noggrant gå igenom dessa förutsättningar [7, s. 49-50]. De förutsättningar i 9 kap. 30 § PBL som fastigheten och byggnaden ska uppfylla är att de överensstämmer med regleringarna i detaljplanen och att åtgärden inte måste avvakta tills genomförande tiden för detaljplanen börjar gälla. Vissa avvikelser från detaljplanen kan godtas om de i tidigare bygglovsprövning eller fastighetsbildning har godkänts. Fastigheten och byggnaden ska också uppfylla övriga krav i PBL som anges i tabell A.2 i bilaga A.

3.3.1 Dokument i ansökan

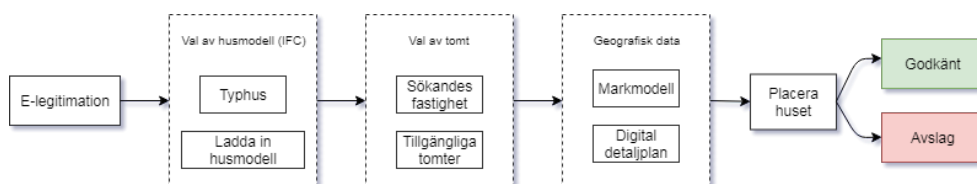
En ansökan ska vara skriftlig och innehålla ritningar, beskrivningar och andra uppgifter som behövs för att pröva bygglovsansökan vilket regleras i 9 kap 21 § PBL. De dokument som krävs bestäms av byggnadsnämnden på kommunen och kan variera beroende på kommun och vilken åtgärd som lovet är sökt för. För ett bygglovsärende ska kommunen inte kräva mer redovisning av byggnaden än vad som behövs för att behandla ärendet. Det är dock viktigt att kommunen ställer krav på dokumenten för att kunna bedöma ärendet [7]. För ett bygglov för en nybyggnation krävs i regel nybyggnadskarta, situationsplan, planritning, fasadritning(ar) och sektionsritning. Exempel på ritningar finns i bilaga B.

Nybyggnadskartan redovisar fastighetensgränser, uppgifter om befintliga byggnader, vatten-, avlopp- och elledningar och deras anslutningspunkter. Även vägar, angränsande fastigheter och höjdkurvor redovisas. Uppgifter om servitut, nyttjanderätter och fornlämningar kan också förekomma. Nybyggnadskartan är underlag för situationsplanen som ska redovisa placeringen av byggnationen det sökts bygglov för. Utöver det som redovisats i nybyggnadskartan ska det i situationsplanen finnas uppgifter om byggnadens totalmått. Planritningarna redovisar de olika våningsplanen och rumsindelningen. Rummens funktioner (kök, sovrum etc.), fast inredning, mått (i m med två decimaler) och ytor (i m²) redovisas. Sektionsritningen visar genomskärningen av byggnaden. Det som ska redovisas i sektionsritningen är rumshöjder, byggnadshöjd, bjälklagsplacering, taklutning och byggnadens grund. Fasadritningarna visar byggnadens yttre. Taket, fönster, dörrar, takkupor, trappor, altaner med mera. Takvinkel, byggnadshöjd och marknivå (befintlig och ändrad) ska också redovisas [8].

3.4 Vision/framtida bygglovsansökan

Får jag lov-projektets vision om en digital och automatiserad bygglovsansökan innebär att godkännande eller avslag ska ske direkt i en digital tjänst. Idén innebär att sökandet sker med en digital husmodell (BIM) och att all den information om byggnaden som krävs finns tillgänglig i BIM-modellen. BIM-modellen

tillsammans med information om omgivningen i geografisk data testas mot kraven som ställs på byggnationen i en digital detaljplan. I figur 3.1 nedan presenteras hur en sådan sökning skulle kunna gå till.



FIGUR 3.1: Illustration av en digital och automatiserad bygglovsansökan

Får jag lov-projektets vision "Dra och släpp" är en digital tjänst där ett hus (typ-hus) väljs ut och sedan dras detta hus och placeras det på den fastigheten som valts. Fastigheten ska vara obebyggd samt i området där bygglovets söks ska omfattas av en digital detaljplan. När huset placerats söker tjänsten bygglov utifrån byggnadens utformning och sökandes placering.

4. Digitalisering av samhällsbyggnadsprocessen med inriktning på bygglovshantering

Hur olika länders byggprocess går till kan skilja sig mycket och beror på olika faktorer. Lagstiftningen har ofta störst betydelse men konstitutionell praxis som formats av kultur och tradition kan också påverka. Digitaliseringen är en annan faktor som påverkar hur en byggprocess går till. Nedan beskrivs forskning och projekt i Sverige samt i ett urval av andra länder inom utveckling av digitala och automatiska system som påverkar samhällsbyggnadsprocessen. De länder som valts är några av de länder som kommit långt i digitaliseringen av bygglov och samhällsbyggnadsprocessen.

4.1 Sverige

4.1.1 Digital först - för en smartare samhällsbyggnadsprocess

Digitalt först är Sveriges regerings program för digital förnyelse av den offentliga sektorn. Programmet ska genomföras 2015-2018 (ev. förlängning) och ett antal myndigheter har fått i uppdrag att leda digitaliseringen inom respektive område. *Digital Först – för en smartare samhällsbyggnad* leds av Lantmäteriet i samarbete med Boverket för att digitalisera plan- och byggprocessen [9]. Målsättningen för detta projekt är att bidra till en enklare, öppnare och mer effektiv plan och byggprocess. Ett antal initiativ följs och stöds av projektet. Aktuellt för hanteringen av bygglov är *Får jag lov*-projektet [10].

4.1.2 Får jag lov?

Får jag lov är ett pågående projekt med syfte att utveckla digitala tjänster för att hantera lov- och byggprocessen. Hanteringen ska till så stor utsträckning som möjligt vara digital och bidra till att kommunens samordning internt och samverkan externt ska bli bättre. Dessa tjänster ska omfatta guidning och information till medborgare och företag och utgöra vägledning för de som handlägger ärenden. Projektet är indelat i sex delar från idé till slutbesked. De sex arbetspaketen är Idé, Ärendehantering bygglov, Ärendehantering byggfas, Arkiv, Karta och Digitala tjänster [11].

Projektet och de 25 medsökanden parter finansieras av Vinnova som är Sveriges innovationsmyndighet. Parterna består av kommuner, universitet och högskolor, forskningsinstitut, centrala myndigheter, intresseorganisationer och företag. Utöver de parter som får bidrag finns det ett flertal referensorganisationer som deltar och är knutna till projektet på olika sätt.

Utvecklingen av projektet sker med integration av de medverkande kommunernas befintliga IT-miljöer och inleddes med testmiljöer i två kommuner: Höganäs och Höör [3]. I nuläget är det fem testmiljöer: Höganäs, Halmstad, Boverket, Vellinge och Norrköping. De olika testmiljöerna har fokus på de olika arbetspaketen i projektet.

4.1.3 Smart Built Environment

Smart Built Environment är ett innovationsprogram för att ta fram ett mer hållbart och integrerande sätt att bygga. Detta görs med digitaliseringen som drivkraft och Smart Built Environment stöttar sektorns gemensamma arbete med digitalisering vilket innebär stöd för samhällsbyggnadssektorns gemensamma arbete inom forskning, utveckling och innovation.

Smart Built Environment finansieras bland annat av forskningsfinansiärer som Formas, Vinnova och Energimyndigheten men stötts även av företag, myndigheter, organisationer och kommuner. Programmet startade 2016 och planeras pågå i 12 år framöver. Programmets mål är att till 2030 minska miljöpåverkan med 40%, minska byggtiden och byggkostnaden med 33%. För att lyckas med det är ett gemensamt informationsflöde en viktig del i förändringen.

En gemensam infrastruktur för information är en viktig del i arbetet med digitalisering och enligt Smart Built Environment nyckeln till förändring. Integrationen mellan BIM, GIS och industriella processer skapar möjligheter för att kunna digitalisera stora delar av samhällsbyggnadsprocessen [12].

Smart Built Environment består av ett antal fokusområden och inom dessa pågår det flera projekt samtidigt.

4.1.3.1 Smart planering för byggande - Informationsförsörjning för planering, fastighetsbildning och bygglov

Ett projekt inom Smart Built Environment är *Smart planering för byggandet*. Projektet är inom fokusområdet standardisering och syftar till att standardisera digitala myndighetsprocesser för planering, fastighetsbildning och bygglov. Dessa processer är idag ofta pappersbaserade och i brist på kontinuerlig kommunikation och flöde av information mellan olika myndigheter och allmänheten. Detta kan resultera i dubbelarbete och långa handläggningstider. Bakgrunden till projektet har utretts i förstudien *Strategi för 3D-data*. I förstudien har det undersökts vilka förutsättningar som finns för ett effektivt informationsutbyte av 3D-data, vad det finns för utvecklingspotential och slutligen gavs förslag på tänkbara tillämpningsområden [13].

Inom Smart planering för byggande har fem arbetsgrupper tagits fram med varsitt fokusområde och som utgör olika deluppdrag i projektet. Ett av dessa uppdrag är *Ändamålsenliga BIM-modeller för bygglov och digitalt granskningsstöd* [14]. "BIM för bygglov" har haft utbyte av erfarenheter med projektet Får jag lov och deras arbete med informationsmodellering har skett parallellt [15].

4.1.3.2 Smarta plan-, bygg- och förvaltningsprocesser över hela livscykeln

Detta projektets syfte är att hitta sätt att tillgängliggöra och använda geodata och BIM i flera delar och över hela livscykeln av samhällsbyggnadsprocessen. Från planering, projektering, byggande och till förvaltning. En testbädd har skapats för att testa nya och befintliga standarder, metoder och processer för att möjliggöra detta.

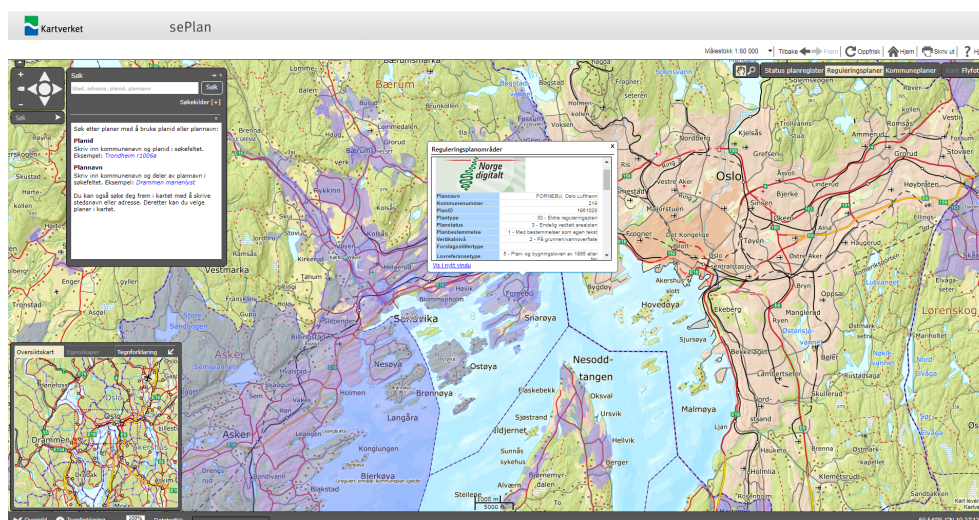
4.1.3.3 Nationella riktlinjer för BIM

Nationella riktlinjer är ett Smart Built Environment projekt som syftar till att samla branschgemensamma rekommendationer för hantering av modellbaserad information av den byggda miljön, dvs. BIM-modeller. Projektet ska definiera digitala objekt och leveransbeskrivningar som är anpassade efter ett visst skede i byggprocessen. Att använda gemensamma riktlinjer gör nyttjandet av informationen enklare och processer tydligare.

4.2 Norge

Norges Kartverket kan jämföras med Sveriges Lantmäteriet och har ansvar för den geografiska infrastrukturen och offentlig egendomsinformation. Kartverket uppgift är att samla in, systematisera, förvalta och vidareförmedla offentlig geografisk information [16].

Norge har kommit långt med digital hantering av planer. sePlan är kartverkets öppna kartjänst för översikt över kommunala markanvändningsplaner (se figur 4.1). I sePlan finns funktioner som att navigera och söka efter planer i hela Norge.



FIGUR 4.1: Norges nationella kartjänst för markanvändningsplaner. Skärmbild av hemsida, från [17].

Om planen klickas på ges mer information om planen och länk till de olika kommunernas egen karttjänster där ytterligare information om planen går att hitta (se figur 4.2). Dessa sidor är GISLINE-plattformar och 392 kommuner och institut använder plattformen [18]. I menyn finns bland annat teckenförklaring, möjlighet att visa och dölja vissa planer och lager, moduler för att rita linjer, polygoner och punkter. Vad som finns tillgängligt varierar från kommun till kommun.



FIGUR 4.2: Norsk kommunal karttjänst för planer. Skärmbild av hemsida, från [19].

I Norge har det också tagit fram en nationell standard/vägledning eByggesak för att ställa krav på kommunala bedömningssystem för plan- och byggprocessen. EByggesak ska bidra till att göra de digitala systemen hållbara på marknaden, bidra till effektivare byggnadsarbete och göra processhanteringen mer standardiserad och verifierbar [20]. Här uppmanas marknaden att utveckla system med hjälp av standarden istället för ett nationellt system utvecklat av myndigheter och kommuner.

4.2.1 Bygglövsansökan - Byggesøk

Direktoratet for byggkvalitet har etablerat tjänsteplattformen Fellestjenester BYGG som är ett digitalt regelsystem som kontrollerar och skickar in ansökan till rätt kommun. Norges nuvarande digitala tjänst för bygglövsansökan ByggSøk kommer att fasas ut och ersättas med Fellestjenester BYGG. Direktoratet for byggkvalitet kräver servicelicens för att Fellestjenester BYGG sak kunna användas och göra digitala lösningar för bygglövsansökningar [21].

Stödtjänster till Fellestjenester BYGG för BIM-validering i IFC format är under

utveckling och en testmiljö har satts upp [22] där IFC-filen laddas upp och valideras mot Exchange requirement (ER) som redovisas i en förstudie [23]. Kraven är beskrivningar av vilka IFC-objekt och attribut som ska finnas med i IFC-modellen och presenteras i tabell C.1 som finns i bilaga C. Systemet är utvecklat med xBIM komponenter och använder buildingSmart standarden mvdXML för validering. Kraven är markerade med Obligatorisk eller Varning. Vid validering genereras en logg med fel och en varningslogg med de objekt som saknas eller är inkorrekta i IFC-modellen.

Webapplikationen kan användas som den är eller implementeras med REST API i egna system.

4.3 Singapore

CORENET (COstruction and Real Estate NETwork) är ett stort IT-initiativ med mål att omstrukturera bygg- och affärsprocessen för att öka produktiviteten och kvaliteten i samhällsbyggnadsprocessen i Singapore. Departementet för nationell utveckling i Singapore leder projektet och byggnads- och konstruktionsmyndigheten (BCA) driver det tillsammans med offentliga och privata aktörer [24]. CORNET e-Submission System (eSS) är ett internetbaserat system som tillåter att yrkesverksamma kan lämna in elektroniska planer och dokument för godkännande. Det finns även ett system för att lämna in BIM-modell, BIM eSS, som hanterar ett antal vanliga BIM format. Vilka format som hanteras av systemet, krav på innehåll i filerna och namngivning av filerna regleras i gällande Code of Practice (CoP) för BIM eSS. BIM-modellerna delas in i tre grupper; arkitektonisk, konstruktion och mekanik/el/VVS.

4.4 Forskningsstudier

I ett forskningsprojekt i Nederländerna i samarbete med flera små och medelstora företag presenteras potentialen att integrera tredimensionell geografisk information med data standarden Industry Foundation Classes (IFC). I projektet skapas 3D-modeller av tvådimensionella fysiska planer som går att använda som kontroll för arkitekter i design processen. Konvertering av 3D-modellerna till data standarden IFC utfördes för att sedan kunna hantera planerna i BIM-program [25]. Projektet syftar främst till att skapa ett sätt för arkitekter att kunna kontrollera sina modeller mot planbestämmelser under designprocessen men tar också upp vikten av standardisering och myndigheternas anpassning till ny teknologi för att en automatisk kontroll ska kunna genomföras.

Benner, Geiger och Häfele [26] presenterar i en artikel ett koncept för automatisering av bygglovsganskning. Konceptet är ett program som ska integrera byggnadsmodellen i formaten IFC eller DXF CAD, modeller baserade på CityGML, semantiska datamodeller för markanvändningsplaner i XplanGML och övrig information om byggprojektet som inte är geometrisk data. XPlanGML är en tysk nationell standard för att presentera planer i GML (Geographic Markup

Language). De olika steg i processen som presenteras är: inläsning av byggnadsmodell i IFC eller DXF CAD, semantisk och geografisk analys och transformation av modellen till ett specificerat Application Domain Extension (ADE) för CityGML, tillhandahållande av den plan och geografiska information som behövs för bygglovsgranskningen och till sist genomförandet av automatisk kontroll om byggnadsmodellen överensstämmer med bestämmelserna i markanvändningsplanen.

4.4.1 Automatisk kontroll

En automatisk kontroll kräver att de lagar och regler som finns går att läsa och tolka digitalt samt att digital information om byggnaden och omgivningen finns tillgänglig.

Macit İlal och Günaydın skriver [27] beskriver att utvecklingen av ett automatiskt system att kontrollera kraven och regler för byggnation kräver lämplig representation av dessa. Med lämplig representation menas att de krav och regler som är skrivna i naturligt språk går att digitalt tolka och validera. Metoden som de presenterar för att representera byggnadsregler kombinerar semantisk modellering och en abstrakt modell av den logiska strukturen av byggregler. Metoden används sedan i översättning av kraven som sedan jämföra kraven med BIM-modeller i IFC-format. Kraven översätts manuellt och som fortsatta studier föreslås att med artificiell intelligens och processeringstekniker för naturligt språk automatisera översättningen.

Automatisk överensstämmelsekontroll (Automated Compliance Checking ,ACC) kräver också automatiserad uttagning av information från BIM-modellen. IFC-baserade BIM-modeller har ett begränsat stöd för ACC då de saknar information som krävs för CC (compliance checking). Zhang och El-Gohary [28] föreslår en metod för att utöka IFC-schemat för att integrera CC-relaterad information. Metoden använder semantisk naturligt språkteknik och maskininlärningsteknik för att extrahera koncept från dokument som relaterar till CC och matchar det med koncept i IFC-klasshierarkin. Förslaget innehåller tre metoder/algoritmer som kombineras i en beräkningsplattform. En metod med mönstermatchande regler för att ta ut reglerande begrepp från regleringsdokument och en metod för att hitta ett koncept i IFC som passar det reglerande begreppen och till sist en metod som med maskininlärning förutsäger relationen mellan reglerbegrepp och IFC-koncept.

4.4.2 Korea - KBim

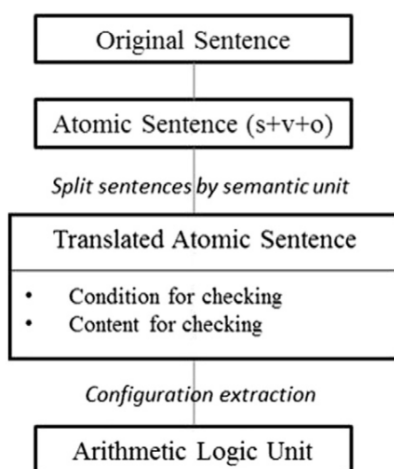
I Korea regleras byggandet av Korean Building Acts vars syfte är att förbättra säkerhet, funktion, miljö och utformningen av byggnader samt att genom fastställa standarder för användning av mark, konstruktion och anläggning av byggnader främja den offentliga välfärden [29].

En lösning till automatisering av byggprocessen presenteras av Lee et al. [30] som beskriver ett sätt att kunna digitalisera byggnadskraven i Korean Building

Act genom att översätta innehållet till ett exekverbart dataformat. Digitaliseringsens syfte är att automatiskt kunna utvärdera bygglovskraven. KBimLogic är deras teknik implementerat med ett grafiska användargränssnitt för att konvertera meningar i naturligt språk (regler från Korean Building Act) till exekverbar kod (KBimCode). För att göra detta lagrades 15000 bygglovsrelaterade meningar från Korean Building Act i en databas. Studien fokuserar på byggnadsobjekten som definieras i Korean Building Act på grund av komplexiteten med regeluppsättningar, parametrar, relationer och ibland subjektiva uttryck som förekommer i meningarna. Projektet demonstrerar också pågående utveckling av programvaran KBimAssess som kontrollerar de regler som genererats med KBimLogic mot en BIM-modell.

Naturliga språk har oändligt med uttryck och meningarna kan vara oändligt långa vilket resulterar i otydlighet som försvårar översättningen till program-språk eller programkod. En logisk regelbaserad metod tillämpas för att omstrukturera meningarna till deskriptiva meningar som antingen kan vara sanna eller falska och som inte kan delas in i fler enklare meningar. Nominalfraser (substantiv och eventuella beskrivande ord) klassificerar objekt och egenskaper. Verbfraser härleder metoder för att klassificera regler. Metoderna delas in i två grupper: objekt och objekttegenskap. Den första kräver endast objektet i fråga och den andra kräver objektet och dess egenskaper. Den senare kategoriseras in i de fyra undergrupperna grundläggande egenskaper, geometriska egenskaper, komplexa egenskaper och relationsegenskaper.

En mening i Korean Building Act har oftast en villkorsparagraf och en innehållsparagraf. Villkoret ska vara uppfyllt för att innehållspargafen kontrolleras. Varje paragraf innehåller i regel ett subjekt, objekt och verb. En deskriptiv mening kan struktureras med ett enda subjekt, objekt och verb (S + V + O). Konceptet av arithmetic logic unit (ALU) som använder aritmetiska och logiska operationer (OR, NOT, AND etc.). I kombination med detta används operationer som IF, ELSE och THEN för att logiskt representera originalmeningen. Genereingen av KBomCode illustreras i figur 4.3 nedan.



FIGUR 4.3: Illustration av KBimCode generering; från naturligt språk till deskriptiv aritmetic logic unit. Från [30]. CC-BY-NC-ND

Översättningen från en naturlig språkmening i denna studie är en manuell process för att få pålitlig beräkningsbar data men det slutliga målet är att även översättningen ska kunna ske automatiskt.

5. Dataformat

För att kunna utföra en automatisk kontroll bör formaten av indata begränsas eller regleras på något vis. Formaten bör också vara öppna format för att öka användbarheten. Digitala detaljplaner kodas med Extensible Markup Language (XML) och Geography Markup Language (GML) som är XML-grammatik för att uttrycka geografisk data. Formatet som används för BIM-modellerna är Industry Foundation Classes (IFC). IFC är ett neutralt och öppet filformat som inte är knutet till någon specifik programvara vilket gör att utbytet av information kan ske fritt mellan olika aktörer och programvaror.

5.1 XML

Extensible markup language (XML) delar upp dokumentet i olika element med symboler i texten också kallat *markups*. XML:s markups utgörs av elementnamnet omslutet av vinkelparenteser (<>) och delar upp dokumentet i olika informationsbehållare kallade *taggar*. Detta identifierar olika delar av informationen och hur de olika delarna relaterar till varandra. Elementen sätter en etikett på den inneslutna informationen vilket gör informationen digitalt läsbart. Dokumentet består av ett rot-element som i sin tur kan innehålla fler element vilket skapar en entydig hierarkisk struktur. XML kan användas inom många olika områden och användas för överföring av data mellan olika system och program. XML beskrivs som ett metaspråk som möjliggör att definiera andra språk. Just det gör XML så flexibelt och användbart [31].

5.1.1 GML

Geography Markup Language (GML) är ett språk som är definierat utifrån XML. GML används för att uttrycka geografiska egenskaper och används som ett modelleringsspråk för geografiska system, lagring av geografisk data samt som utbytesformat. GML består av två delar, GML-dokumentet som består av data och ett GML-schema som beskriver GML-dokumentet [32].

En *feature* är en abstraktion av ett verkligt fenomen. GML består av features som har en geografisk koppling. En representation av ett objekt kan bestå av flera features och dessa features kan ha olika egenskaper som t.ex. namn, typ och värden. I Figur 6.1 ges exempel på kodning av GML feature.

5.1.2 CityGML

CityGML är ett XML baserat format och ett applikationsschema av GML3 för att lagra och utbyta 3-dimensionella stadsmodeller. Målet är att kunna definiera gemensamma grundläggande enheter, attribut och relationer för 3D-stadsmodeller [33]. Modellerna kan representeras i olika LOD (Level Of Detail) som definierar olika detaljnivåer. Det finns 5 olika nivåer, LOD0-LOD4.

5.2 IFC

Industry Foundation Classes (IFC) är ett objektsbaserat filformat som också är en öppen standard (ISO-16739) för BIM-data. Standarden utvecklades av buildingSMART International som är en ideell förening som vill bidra till ett hållbart byggande genom smart informationsutbyte och kommunikation [34]. En BIM-modell används ofta i många delar av byggprocessen och även i förvaltningen då bygganden är klar. Det krävs då interoperabilitet mellan olika aktörer och program. IFC bidrar till detta då det inte är knutet till något företag eller programvara och det är idag över 150 program som påstås stödja import och/eller export av formatet [35].

Specifikationen består av ett dataschema presenterat som ett EXPRESS-schema eller alternativt ett XML-schema men som genereras utifrån ett EXPRESS-schema. Elementen som utgör data om regler, funktioner, typer och enheter börjar med prefixet "ifc" följt av en bestämd benämning på engelska av det specifika elementet. I figur 5.1 nedan ges ett exempel på hur IFC implementerats.

```

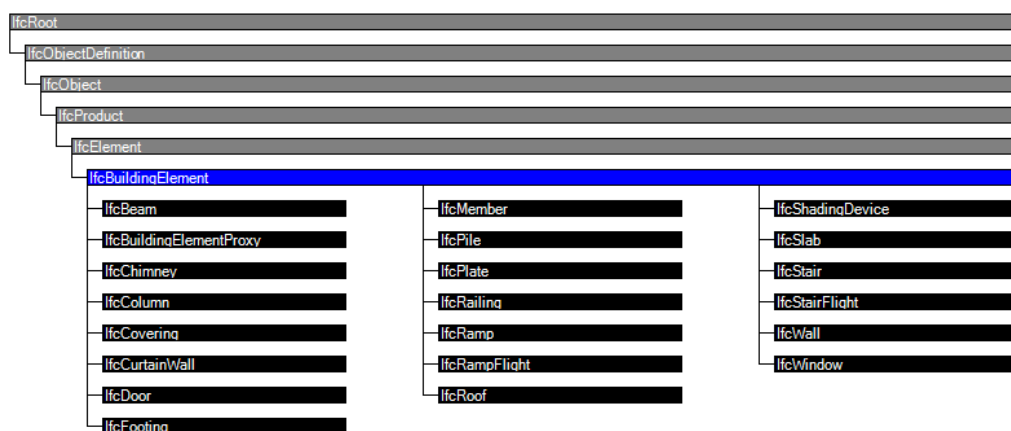
/* connection of material description to the window ----- */
#96=IFCMATERIALCONSTITUENTSET('Constituent Set for Window',$,(#97,#99));
#97=IFCMATERIALCONSTITUENT('Framing',$,#98,$,$);
#98=IFCMATERIAL('Glass',$,$,$);
#99=IFCMATERIALCONSTITUENT('Framing',$,#100,$,$);
#100=IFCMATERIAL('Wood',$,$,$);
/* connection of material description to the window ----- */
#101=IFCRELASSOCIATESMATERIAL('2umeFbHwL6GAUKTaYomo7u',#2,$,$,(#102),#96);
/* the window itself ----- */
#102=IFCWINDOW('0tA4DSHd501e60v9Yu0I9X',#2,'Window for Test Example','Description of Window',$,#103,#106,
#103=IFCLOCALPLACEMENT(#81,#104);
/* no rotation - z and x axes set to '$' are therefore identical to "world coordinate system" -- */
#104=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#105,$,$);
#105=IFCCARTESIANPOINT((0.,50.,0.));

```

FIGUR 5.1: Del av IFC representation beskrivande vägg med öppning och fönster. Från [36]. Återgiven med tillstånd [37]

IfcRoot är den mest abstrakta klassen och superklass till övriga enheter som definieras i IFC specifiaktionen. Det finns tre grundläggande enhetstyper som härleds från *IfcRoot*: *IfcObjectDefinition*, *IfcPropertyDefinition* och *IfcRelationship*. Enheterna definierar objekt, egenskaper och relationer. Av *IfcRoot* ärvs att enheterna identifieras med ett globalt id och att de kan ha valfria funktioner som förhållande till andra enheter, ändringsinformation, namn och beskrivande attribut [34].

En enhet som beskriver delar som utgör den fysiska konstruktionen av en byggnad är *IfcBuildingElement*. I figur 5.2 nedan visas hierarkin från *IfcRoot* till *IfcBuildingElement* och de enheter som ärver från *IfcBuildingElement*.



FIGUR 5.2: IFC-objektträd. Från [38].
Återgiven med tillstånd [37]

Objekt som utbreder sig horisontellt representeras ofta med *IfcSlab*. Objekten är i de flesta fall golvkonstruktioner men kan även vara t.ex. trappor, ramper och tak. Tak kan representeras av ett eget element *IfcRoof*. En byggnads väggar representeras ofta av *IfcWall* eller *IfcWallStandardCase* som ärver från *IfcWall*.

För att beskriva rumsliga strukturer, strukturera och organisera ett byggnadsprojekt används *IfcSpatialStructureElement* och kan definieras som *IfcSite*, *IfcBuilding*, *IfcBuildingStorey* eller *IfcSpace*. *IfcSite* representerar ofta området där byggnaden ska byggas, *IfcBuilding* representerar själva byggnaden, *IfcBuildingStorey* innehåller information om byggnadens olika våningsplan och *IfcSpace* definierar areor eller volymer som fyller en funktion för byggnaden och kan avgränsas fysiskt eller teoretiskt.

6. Standarder

Bestämmelser om byggnation regleras bland annat i detaljplaner. En standard för att skapa digitala planbestämmelser och detaljplaner har tagits fram för att underlätta informationsutbytet av dessa. För att göra en digital automatiskt bygglovs kontroll krävs det att byggnaden och bestämmelserna är digitala. Standarden som används för byggnader är IFC som nämns i avsnitt 5.2. För att kontrollera byggnaden mot vissa bestämmelser kan det krävas beräkningar av byggnadens omfattning. Vid beräkning av area följs standarden *Area och volym för husbyggnader – Terminologi och mätregler*.

6.1 Geografisk information – Detaljplan – Applikationsschema för planbestämmelser

Behovet av att kunna effektivt producera detaljplaner, återanvända planinformation och att överföra informationen mellan olika organisationer och olika system i planprocessen resulterade i utvecklingen av en standard för digitala detaljplaner och planbestämmelser. Standarden *SS 637040:2016 Geografisk information - Detaljplan - Applikationsschema för planbestämmelser* togs fram av SIS (Swedish Standard Institute) och anger hur gränser, områden, användningsbestämmelser, egenskapsbestämmelser och administrativa bestämmelser skapas digitalt. För att standarden ska kunna implementeras förutsätts att Boverkets allmänna råd om planbestämmelser följs. I Boverkets planbestämmelsekatalog som utgår från dessa allmänna råd beskrivs vilka bestämmelser som kan ingå i en detaljplan och hur de ska kodas vid en implementation av standarden. Bestämmelserna måste ha stöd av PBL, se appendix A. Formatet på de digitala planerna är XML-dokument och valideras utifrån ett XML-schema som konstrueras utifrån standardens applikationsschema [39]. I figur 6.1 har ett exempel skapats som visar hur en del av ett sådan XML-dokument kan se ut.

```

<grans>
  <DP_Grans gml:id="Grans1">
    <typ>anv</typ>
    <linje>
      <gml:Curve gml:id="Linje1">
        <gml:segment>
          <gml:LineStringSegment>
            <gml:pos>6234567.89 -123456.78 </gml:pos>
            <gml:pos>6234667.12 -123476.34 </gml:pos>
          </gml:LineStringSegment>
        </gml:segment>
      </gml:Curve>
    </linje>
  </DP_Grans>
</grans>

```

FIGUR 6.1: Exempel på kodning av gräns i en digital detaljplan enligt SS 637040:2016, skapad av författaren.

Taggen *DP_Egenskapsbestammelse* är implementationen av en egenskapsbestämmelse och måste innehålla *uuid*, *bestammelseid*, *område* och *bestämmelsetyp*. Egenskapsbestämmelsen kan även innehålla ett syfte och variabler. Variablerna är subklasser till klassen *DP_Variabel* som redovisas i tabell 6.1 och innehåller i sin tur ett namn och ett värde.

TABELL 6.1: Subklasser till klassen *DP_Variabel*. [39]

Typ som anges i planbestämmelsekatalogen	Subklass
decimaltal	<i>DP_VarDecimaltal</i>
heltal	<i>DP_VarHeltal</i>
kod	<i>DP_VarKod</i>
text	<i>DP_VarText</i>
årtal	<i>DP_VarArtal</i>
datum	<i>DP_VarDatum</i>
punkt	<i>DP_VarPunkt</i>
linje	<i>DP_VarLinje</i>

Variablerna innehåller information om egenskapsbestämmelsen som kan vara ett tal, beskrivning, position eller omfattning.

I planbestämmelsekatalogen [6] ges förslag och rekommendationer under rubrik *Bestämmelseformulering* på hur bestämmelserna ska formuleras. Alla företeelser som kan behöva regleras kan inte förutses och det finns därför poster i katalogen som medger en mer fri formulering. Dessa formuleringar anges i planbestämmelsekatalogen med [*ord:text*] och ersätts med valfritt uttryck/text. Formuleringarna deklarerar med variabeln *DP_VarText*. I figur 6.2 nedan ges ett exempel på en sådan formulering.

```

<DP_Egenskapsbestammelse gml:id="i384">
  <uuid>e59d7090-76c4-4add-a76e-2b8818aa07bd</uuid>
  <bestammelseid>1036</bestammelseid>
  <ursprunglig>f1 - Takfönster får uppföras men inte takkupor</ursprunglig>
  <beteckning>f</beteckning>
  <index>1</index>
  <insattning>
    <gml:Point gml:id="i385point">
      <gml:pos>6246221.9464 -176774.5452</gml:pos>
    </gml:Point>
  </insattning>
  <rotation>0</rotation>
  <omrade xlink:href="#bx" />
  <bestammelsetyp>DP_KM_Eg_Utform_Fonster</bestammelsetyp>
  <variabel>
    <DP_VarText>
      <namn>fonster</namn>
      <varde>Takfönster får uppföras men inte takkupor</varde>
    </DP_VarText>
  </variabel>
</DP_Egenskapsbestammelse>

```

FIGUR 6.2: Exempel på kodning av egenskapsbestämmelse om fönsterutformning. Detaljplan över Höganäs. Framtagen av Höganäs stadsbyggnadskontor.

En bestämmelse uttryckt i naturligt språk kan vara svår att översätta till digital läsbar kod som krävs för en digital och automatisk validering av kravet. Andra bestämmelser som reglerar t.ex. gränsvärden och som implementeras med variablerna *DP_VarHeltal* eller *DP_VarDecimaltal* kan enklare automatiskt och digitalt valideras. Exempel på en sådan bestämmelse ges i figur 6.3.

```

<DP_Egenskapsbestammelse gml:id="i89">
  <uuid>8958d7f0-b2b6-4767-a67d-6b6bf6512d73</uuid>
  <bestammelseid>1083</bestammelseid>
  <ursprunglig>Högsta byggnadshöjd för huvudbyggnad i meter</ursprunglig>
  <beteckning>4,05</beteckning>
  <insattning>
    <gml:Point gml:id="i90point">
      <gml:pos>6246397.38858594 -176960.453821258</gml:pos>
    </gml:Point>
  </insattning>
  <rotation>0</rotation>
  <omrade xlink:href="#n" />
  <bestammelsetyp>DP_KM_Eg_Omfatt_Byggnadshojd</bestammelsetyp>
  <variabel>
    <DP_VarDecimaltal>
      <namn>hojd</namn>
      <varde>4.05</varde>
    </DP_VarDecimaltal>
  </variabel>

```

FIGUR 6.3: Exempel på kodning av egenskapsbestämmelse om högsta byggnadshöjd. Detaljplan över Höganäs. Framtagen av Höganäs stadsbyggnadskontor.

6.2 Area och volym för husbyggnader - Terminologi och mätregler

De areor som används i bygglovsärenden är oftast byggnadsarea (BYA) och öppenarea (ÖPA) och för beräkning av bygglovsavgift används bruttoarean (BTA) av byggnaden [40]. I detaljplanen kan bruksarea (BRA) uttryckas som en del av bruttoarea. Detta kan göras om en byggnad ska ha flera funktioner och det finns en anledning att begränsa dessa utrymmen [4, s. 169].

Area och volym för husbyggnader – Terminologi och mätregler (SS21054:2009) är en standard som innehåller definitioner av area- och volymbegrepp för husbyggnader, omfattningen av dessa, tillämpningar som kan göras samt regler för beräkning och redovisning. Standarden kan användas på alla slags husbyggnader och inom många områden som t.ex. nyproduktion, planering och projektering, förvaltning samt bygglov. Då standarden inte innehåller några heltäckande rekommendationer ska den ses som ett verktyg där t.ex. myndigheter, byggherrar och fastighetsägare kan välja att tillämpa standarden efter sina behov [41].

Begreppet area som används i standarden är ett mått på en avgränsad ytas storlek och ska inte förväxlas med termer som "bostadsyta", "lägenhetsyta" etc. I standarden redovisas många olika areatyper som beräknas och avgränsas på olika sätt. Måttenheten som används för areor är m^2 och för volymer används m^3 .

En byggnad i denna standard delas upp i byggnadsdelar och utrymmen. Byggnadsdelar utgör fysiska delar av en byggnad och utrymmen utgörs av avgränsade volymer, främst faktiska volymer (t.ex. ett rum) men i undantagsfall också teoretiskt avgränsade volymer. Utrymmena kan i sin tur klassas som boutrymme, biutrymme, lokalutrymme och övrigt utrymme.

6.2.1 Mätvärdhet

För att ett utrymme ska vara värt att mäta ska utrymmet uppfylla vissa förutsättningar. För t.ex. bruttoarea (BTA), bruksarea (BRA) och nettoarea (NTA) ska utrymmet vara tillgängligt via en dörröppning, trappa, permanent stege eller lucka med nedfällbar stege. En öppning i väggen ska minst ha bredden 0,6 m och höjden 1,60 m och en öppning i taket ska ha måttet minst 0,6 x 0,6 m. För att utrymme ska vara mätvärt ska det också ha ett golv som går att beträda och ha en takhöjd på minst 1,90 m. Vid varierande takhöjd som t.ex. vid snedtak ska utrymmet vara minst 0,6 m brett för att vara mätvärt [41].

6.2.2 Byggnadsarea - BYA

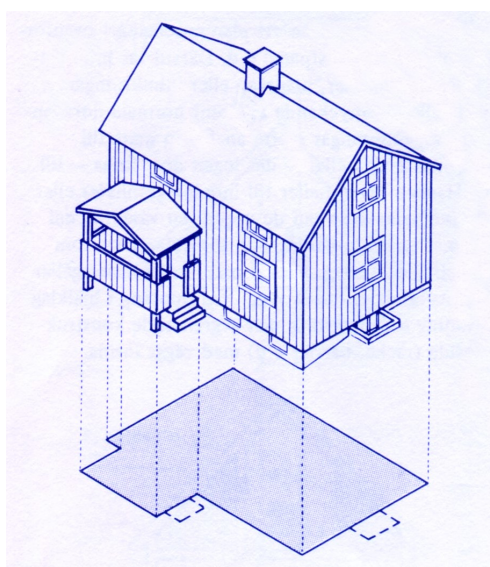
Byggnadsarea (BYA) är arean som byggnaden tar upp på marken, byggnadsdelar på marken och projektionen av de byggnadsdelar som påverkar den underliggande markens användbarhet. Exempel på BYA ges i figur 6.4.

BYA avgränsas av fasadlivet ovanför sockeln. Om sockeln ligger utanför fasaden räknas sockeln som avgränsning. Projektionen av de delar som ingår i beräkning av BYA är [41]:

- utkragande byggnadsdel som påverkar underliggande mark väsentligt (balkong, burspråk etc.), enligt mätregler i 6.2.2.1
- del av indragen balkong som ligger innanför underliggande fasad
- loftgång
- utrymme under tak eller skärmtak som är till för vistelse (parkering, uteplats etc.)
- carport
- överbyggd gård.

Det som inte räknas med i byggnadsarean är [41]:

- utkragande del som inte väsentligt påverkar användbarheten av underliggande mark
- skärmtak över t.ex. entré och cykelställ
- yttertrappa
- byggnadsdel som har en höjd mindre än 0,6 m över marknivå (t.ex. ljusschakt)
- terrass/altan som ej är underbyggd.



Exempel på byggnadsarea, BYA

FIGUR 6.4: Illustration av byggnadsarea. Från [42]. CC0

6.2.2.1 Utkragande byggnadsdel

Den utkragande byggnadsdelen anses mätvärd om den lägsta punkten på byggnadsdelen är lägre än 3,0 m ovanför marken och sticker ut mer än 0,5 m från fasaden. Om den lägsta punkten är belägen mellan 3-5 m ovanför marken och byggnadsdelen sticker ut mer än 1,5 m anses den också mätvärd. Hängrännor och räcken ska inte räknas med i den utkragande byggnadsdelen.

6.2.3 Öppenarea - OPA

Öppenarea är helt eller delvis öppna areor för förvaring eller vistelse i anslutning till en byggnad och omfattar öppna areor och byggnadsdelar. Öppenarea kan vara diverse ytor under tak som inte helt omges av väggar och vad som räknas som öppenarea anges i standarden SS 21054:2009 [41].

6.2.4 Bruttoarea - BTA

Bruttoarean utgörs av mätvärda delar av byggnadens våningsplan och begränsas av byggnadens utsida eller angiven begränsning för mätvärdhet. Bruttoarean utgår från vad som anses mätvärt i 6.2.1 med ett undantag vid snedtak. Vid snedtak beräknas arean under den tänkta avgränsningslinjen vid takhöjd på 1,90 m plus 0,60 m på båda sidor av avgränsningen [41]. I standarden ss 21054:2009 anges vilka areor som ingår och inte samt de byggnadsdelar som räknas med i BTA.

6.2.5 Bruksarea - BRA

Bruksarean är nyttjandeenheter eller grupper av sammanhörande mätvärda utrymmen som begränsas av insidan av byggnadsdelarna eller på annat mätvärt sätt. Det utrymmen som räknas in i BRA är de som uppfyller kraven i avsnitt 6.2.1.

Del III

Resultat

7. Metoder för att skatta byggnadsarea

I detta kapitel redogörs hur byggnadsarea (BYA) skattas manuellt idag och presentation av implementationer av automatisk beräkning i FME (Feature Manipulation Engine). FME är en programvara från Safe Software som är specialiserad på att läsa olika dataformat, modifiera och transformera dem och sedan skriva till samma alternativt ett annat dataformat. FME hanterar över 400 olika dataformat [43].

7.1 Manuell beräkning

Idag görs areaberäkning i en bygglovsansökan manuellt av en bygglovs-handläggare. Arean mäts enligt standarden *SS 21054:2009 Area och volym för husbyggnader - Terminologi och mätregler* utifrån de ritningar och planer som skickats in i för sökt lov. I mailkontakt med byggnadsinspektör Olof Kaipak har frågor ställts om hur de beräknar areor i Höganäs kommun. Vanligast är att area mäts på nybyggnadskarta, situationsplan eller planritning. Om ritningarna är av papper mäts de olika måtten med hjälp av skalstock och om de är digitala ritningar i PDF används mätverktyg i program som tex. Adobe Acrobat Pro. Vid behov granskas även på fasad- och sektionsritningar för att avgöra om det finns mätvärda byggnadsdelar som ska ingå i byggnadsarean. Areorna kontrolleras sedan mot de bestämmelser som finns i den aktuella detaljplanen. Exempel på ritningar och planer finns i bilaga B.

Vilka filformat som används varierar från kommun till kommun. Filformat som DWG och olika bildformat förekommer men det vanligaste digitala formatet är PDF.

7.2 Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYA

7.2.1 Användarkrav

Användaren väljer en IFC-modell att läsa in och gör ett urval av IFC-element som krävs för den specifika modellen. Skriptet beräknar och returnerar byggnadsarean.

7.2.2 Systemkrav

Systemkraven specificeras utifrån användarkraven och beräkning av byggnadens BYA utifrån specifikationen i avsnitt 6.2.

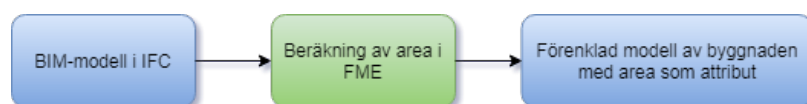
Krav 7.2.2.1

Ta ut de/det objekt som utgör grunden.

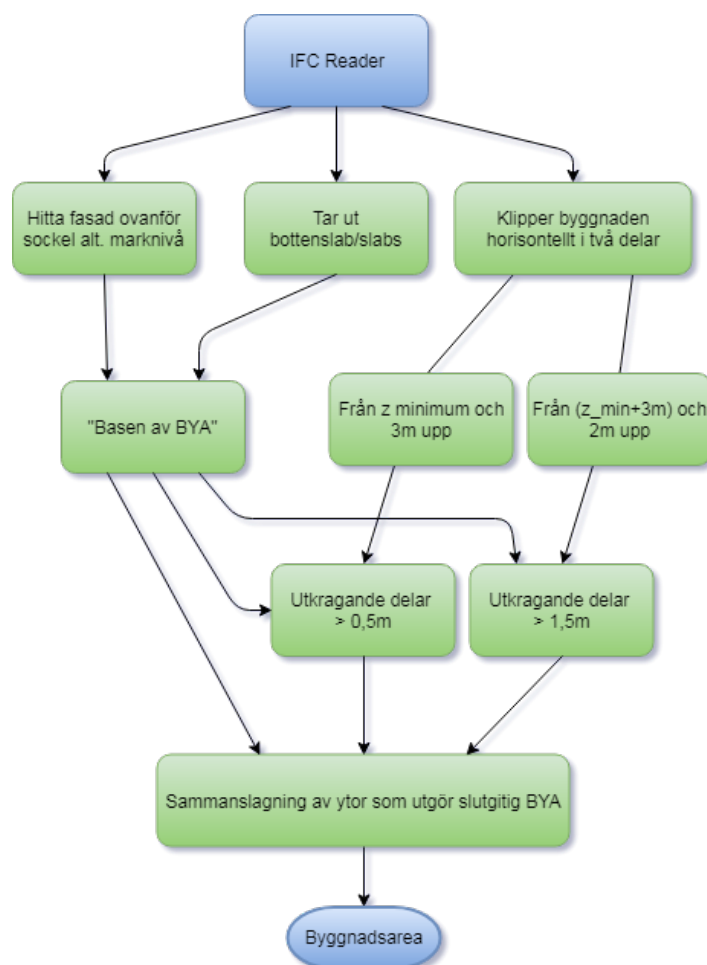
<i>Krav 7.2.2.2</i>	Beräkna avgränsning av bottenplan/sockel.
<i>Krav 7.2.2.3</i>	Ta ut del av väggar och fasad som är omedelbart ovanför sockeln.
<i>Krav 7.2.2.4</i>	Beräkna yttersta avgränsning av fasaden ovanför sockeln.
<i>Krav 7.2.2.5</i>	Lägga samman sockeln och del av fasadlivet.
<i>Krav 7.2.2.7</i>	Hitta eventuella utkragande delar och projicera dessa på ett 2D-plan.
<i>Krav 7.2.2.8</i>	Beräkna slutgiltig BYA för byggnaden utifrån sockel, fasadliv och utkragande delar.

7.2.3 Programmet arkitektur

Skriptet läser in en IFC-fil. Det varierar vilka element en IFC-fil består utav och ett urval av element görs för att kunna genomföra beräkning av BYA. De element som krävs är representationen av information om de olika våningsplanen, väggar, golv och tak. Våningsplanen återfinns i *IfcBuildingStorey*. För de modeller som testats kan väggar vara *IfcWall*, *IfcStandardWallCase* och i vissa fall *IfcMember* då väggen består av stora glaspardier. Golvkonstruktionen är *IfcSlab*. *IfcSlab* kan dock representera diverse horisontella objekt som till exempel trappor, ramper och tak. För vissa modeller finns ett element *IfcRoof* som representerar taket. Övergripande arkitektur och skriptets arkitektur illustreras i figur 7.1 och figur 7.2 nedan.



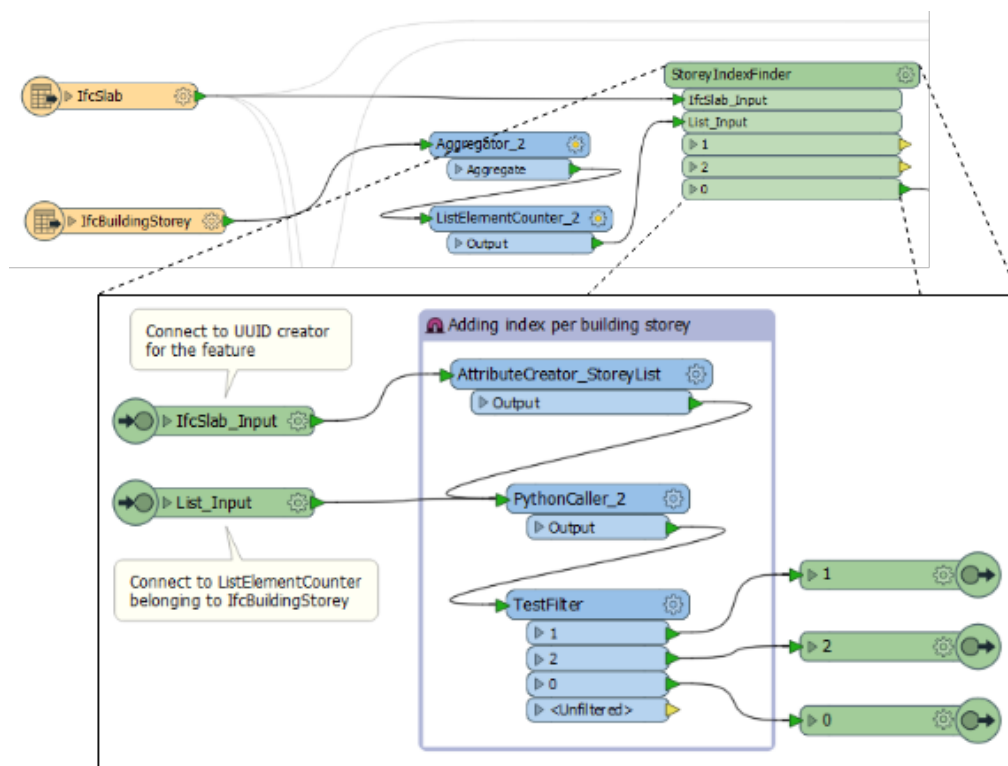
FIGUR 7.1: Övergripande arkitektur av skriptet *Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYA*



FIGUR 7.2: Illustration av skriptet *Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYAs olika delar*

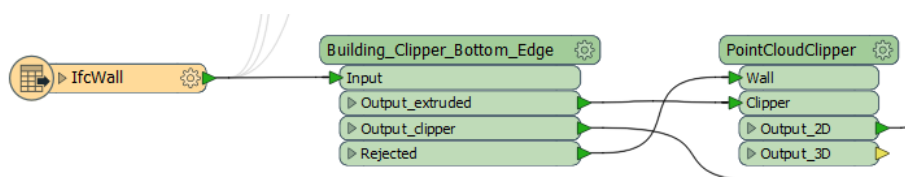
7.2.4 Implementation

Övergripande bild av skriptet finns i bilaga D. Basen av BYA är arean som skapas av fasadlivet eller alternativt sockeln/grunden som beskrivs i avsnitt 6.2.2. *IfcSlab* som utgör grunden hittas med *IfcBuildingStorey*. En lista med elementen i *IfcBuildingStorey* skapas och används som input tillsammans med *IfcSlab* i transformen *StoreyIndexFinder* för att sortera ut den/de slab(s) som är kopplade till första våningen (se figur 7.3). *StoreyIndexFinder* är skapad av Per-Ola Olsson [44], publicerad under BSD 3.0 licens och har modifierats för detta skript.



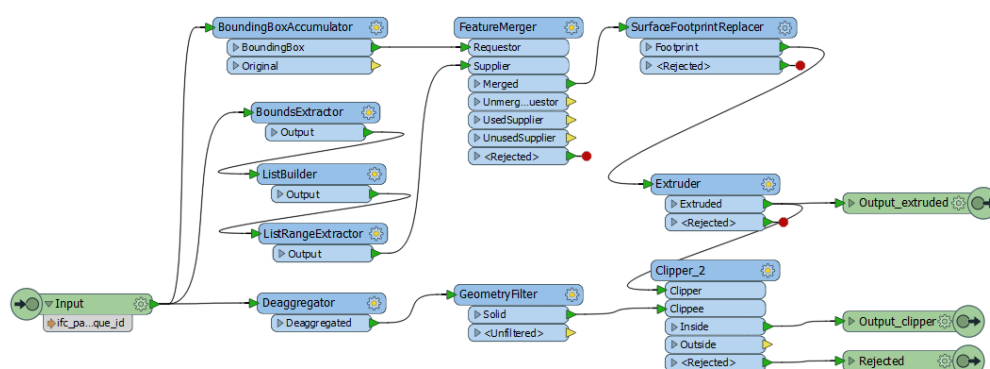
FIGUR 7.3: Skärmbild av transformern *StoreyIndexFinder*

Väggobjektens minsta z-värde beräknas och väggen klipps 10 mm längs nedre kanten med transformen *Building_Clipper* och *PointCloudClipper* för att representera området precis ovanför sockeln. Förhållandet mellan dessa illustreras i figur 7.4 nedan.



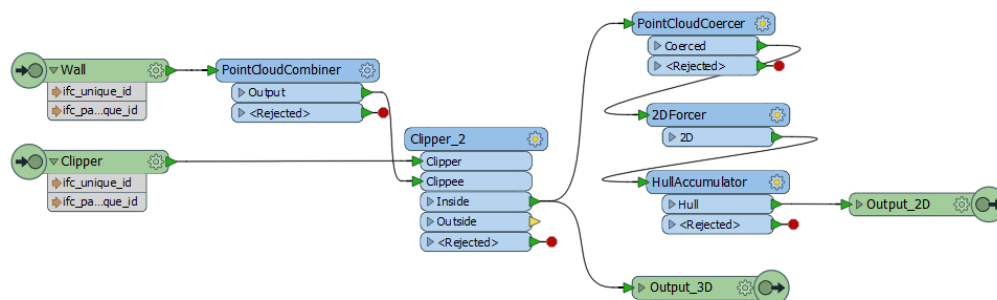
FIGUR 7.4: Skärmbild av transformers *Building_Clipper* och *PointCloudClipper*

I *Building_Clipper* (se figur 7.5) skapas en yta som täcker byggnadens alla delar och den yta extruderas sedan till den höjd som byggnaden ska klippas med.



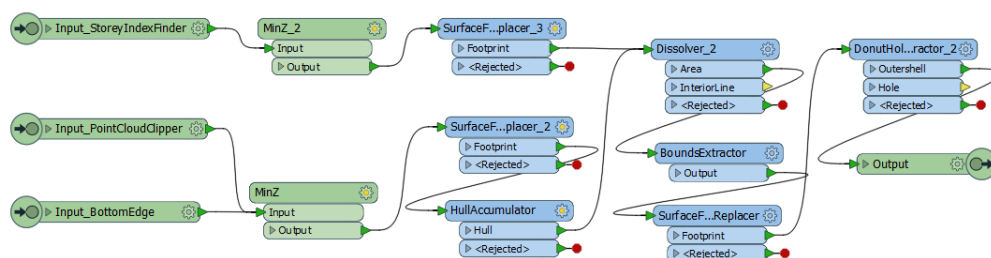
FIGUR 7.5: Skärmbild av transformern Building_Clipper

Vissa objekt kan inte hanteras med FMEs transform *Clipper*. De objekten klipps med *PointCloudClipper* som gör om objekten till punktmoln som sedan kan klippas med *Clipper* (se figur 7.6).



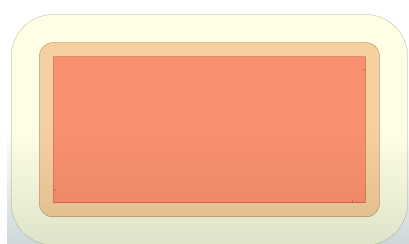
FIGUR 7.6: Skärmbild av transformern PointCloudClipper

IfcSlab och del av väggobjekt som tagits ut ovan projiceras på ett 2D-plan och läggs samman för att få en polygon som utgör basen av BYA med *CreateBasis-BYA* (se figur 7.7).

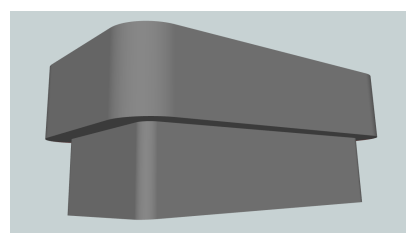


FIGUR 7.7: Skärmbild av transformern för att skapa basen av BYA.

För att beräkna utkragande delar skapas två 3D-modeller av basen utifrån de mätregler som beskrivs i avsnitt 6.2.2.1. Första soliden skapas genom att göra en buffert kring basen på 0,5 m. Polygonen flyttas sedan till marken/byggnadens lägsta punkt och extruderas 3 m. Den andra modellen skapas med en buffert på 1,5 m. Polygonen placeras precis ovanför den första soliden och extruderas sedan 2 m. De olika delarna illustreras i figur 7.8 och FME-skriptet illustreras i figur 7.9.



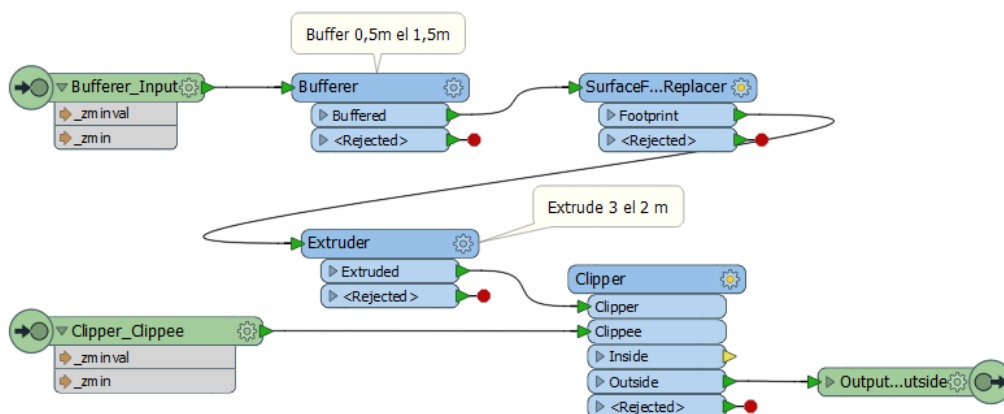
(A) Buffert 0,5 m resp. 1,5 m kring basen.



(B) Extrudering av buffert

FIGUR 7.8: Skapade modeller för kontroll av utkragande delar.

Golvkonstruktion, väggar och tak klipps så att byggnaden bildar två delar. En mellan mark/byggnadens lägsta punkt och 3 m upp och en från första delens högsta punkt och 2 m upp. Detta görs med transformerna i figur 7.4 men med output kopplad till Output.3D. Därefter klipps dessa delar med respektive 3D-modell (Figur 7.8b). De delar som hamnar utanför uppfyller då mätreglerna i avsnitt 6.2.2.1.



FIGUR 7.9: Transformerna som skapar en 3D-modell av basen och sedan klipper med byggnaden för att hitta utkragande delar.

De utkragande delarna projiceras på ett 2D-plan och läggs samman med basen för BYA. Utifrån den polygon som skapats beräknas byggnadens BYA.

7.2.5 Användning av skript

Först görs ett urval av IFC-element som behövs för den specifika modellen. Sedan görs ytterligare urval och begränsning av de objekten som elementen innehåller för att genomföra areaberäkningen. I skriptet sätts ett index för de olika våningsplanen för en byggnad. Första våningen kan ha index 0 eller 1 vilket måste väljas manuellt för respektive modell. För enklare modeller sker övriga urval och begränsningar automatiskt om modellen är korrekt konstruerad. För mer komplexa modeller behövs viss manuell begränsning och urval.

7.2.6 Utvärdering

Implementationen utvärderas med flera IFC-modeller som presenteras i kapitel 8. Modellerna som använts har producerats i olika syften och varierar mycket i detaljnivå. I en komplex modell är det svårt att veta vilka delar av *IfcSlab* som utgör grunden för byggnaden. För vissa modeller ligger grunden på olika marknivå och det är inte säkert att de tillhör samma våningsplan även om de tillsammans ska utgöra grunden och BYA. *IfcSlab* behöver heller inte alltid representera golvkonstruktioner utan kan vara andra horisontella byggnadsdelar. *IfcBuildingStorey* kan innehålla fler olika våningsplan än vad som byggnaden fysiskt har vilket kan göra det svårt att avgöra vilket som tillhör den fysiska förstavåningen.

En lösning på problemet med olika marknivåer kan vara att använda *IfcSite* (som i vissa fall representerar marken kring byggnaden) eller annan data för marknivå för att avgöra var första våningen börjar. Dock löser inte det problemet med att *IfcSlab* kan representera t.ex. trappor och ramper som normalt inte räknas med i BYA. Det finns inte något automatiskt sätt att skilja dessa objekt från de som representerar golv vilket medför att vissa modeller kräver manuellt urval av objekt för att BYA ska beräknas korrekt. Detta gäller även andra byggnadselement utöver *IfcSlab*. Det kan finnas vissa undantag för utkragande delar även om de uppfyller mätreglerna i avsnitt 6.2.2.1 och väggar kan i vissa fall representera murar som inte ska räknas med.

För att urskiljning av objekt ska fungera bör det i modellen finnas information om vad varje objekt representerar. Vissa av objekten har blivit namngivna efter vad de representerar men det finns inget krav på att namnge eller konsekvent sätt att namnge objekten som skulle behövas för att kunna urskilja objekten automatiskt. Det finns ett digitalt klassifikationssystem CoClass för all byggd miljö. CoClass är ett gemensamt språk för begrepp och terminologi inom byggbranschen. Klassifikationssystemet ska kunna användas i alla olika faser i byggprocessen, i olika programvaror och av olika parter. Byggnadens verksamhet, aktiviteter, byggnadsdelar, byggresultat, byggnadskomplex samt byggnadsverkskomplex klassificeras [45]. Detta gör det möjligt att alla byggnadens olika delar går att identifiera i olika system. Ett sådant system skulle kunna användas för att namnge eller identifiera byggnadsdelar som då gör det möjligt att i skriptet urskilja olika objektet.

7.3 Automatisk beräkning - IFC-modell med objekt för BYA

I denna beräkning krävs att arkitekt/konstruktör som skapat modellen har ritat in en yta eller volym som representerar BYA. Arkitekten/konstruktören ska följa standarden (SS 21054:2009) som beskrivs i avsnitt 6.2 för beräkning av BYA.

7.3.1 Användarkrav

Användaren väljer en IFC-modell att läsa in. Skriptet beräknar och returnerar byggnadsarean.

7.3.2 Systemkrav

Systemkraven specificeras utifrån användarkraven och beräkning av byggnadsens BYA utifrån specifikationen i avsnitt 6.2.

Krav 7.3.2.1 Ta ut de/det objekt som utgör BYA.

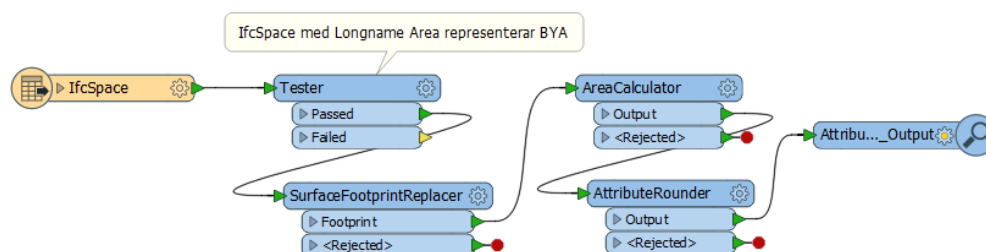
Krav 7.3.2.2 Beräkna area av objektet/hämta attribut.

7.3.3 Systemarkitektur

Den övergripande arkitekturen är densamma som för *Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYA* och skriptets arkitektur för den här beräkningen är inte mycket mer komplex än den övergripande arkitekturen (se figur 7.1).

7.3.4 Implementation

Det objekt som är skapat för att presentera BYA är ett *IfcSpace* objekt. Vid inläsning av IFC-filen väljs elementet *IfcSpace* ut och eventuellt urval av objekt om *IfcSpace* innehåller flera olika volymer. Volymen projiceras på ett 2D-plan och area beräknas utifrån polygonen som skapas på planet.



FIGUR 7.10: Skärmbild av skript för areaberäkning av objekt som representerar byggnadsarea.

7.3.5 Utvärdering

Att använda ett objekt som skapats för att representera BYA gör beräkningen av arean enkel. Beräkning av BYA-objektet borde gå att utföra i programvaran där modellen skapats och lagras som ett värde i *IfcSpace*-objektet eller alternativt för hela byggnaden (*IfcBuilding*). Ett skript för att beräkna arean skulle då inte behövas utan endast en kontroll av attributet mot de krav som ställs. Alla undantag och regler för vad som avgränsar BYA ska ha hanterats av den som skapat modellen men det ställer dock krav på att den som skapar modellen kan de regler som gäller för BYA och följer standarden.

7.4 Automatisk beräkning med *IfcSpace*-objekt

Automatisk beräkning med *IfcSpace*-objekt är en kombination av ovanstående redovisade skript. Många av modellerna som testas i kapitel 8 är endast i formatet IFC vilket gör att det inte går att modifiera och lägga till fler objekt till modellen. Detta går endast om modellen finns tillgänglig i ett annat filformat som Revit (.*rvt*) eller AutoCads standardfilformat (.*dwg*). För en av modellerna kan dock vissa *IfcSpace*-objekt användas för beräkning av BYA. Objekt som representerar BTA kan motsvara basen av BYA som sedan kan användas för att beräkna utkragande delar. En manuell bedömning av *IfcSpace*-objekten krävs för att avgöra om de motsvarar basen för BYA. 3D-modeller skapas som i Figur 7.8 och klipps med byggnaden för att avgöra om det finns utkragande delar som ska ingå i BYA. Sammanlagning av BTA-objektet som representerar basen av BYA och utkragande delar utgör slutgiltig BYA.

7.5 Licens för skript

Skripten Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYA, Automatisk beräkning - IFC-modell med objekt för BYA och Automatisk beräkning med *IfcSpace*-objekt är släppta under Open Source licensen Berkley Software Distribution BSD (<https://opensource.org/licenses/BSD-3-Clause>). De BIM-modeller som testats finns dock inte tillgängliga då de inte innefattas av BSD-licensen. Skripten finns i ett öppet repository på GitLab: https://gitlab.com/JosefineA/Calculation_of_Building_footprint_area.

8. Jämförande studie av metoder att skatta byggnadsarea

I detta kapitel utvärderas areaberäkningar av 8 IFC-modeller. Arean beräknas på fyra olika sätt: Manuell beräkning, Automatisk beräkning utan objekt för BYA, Automatisk beräkning med objekt för BYA och automatisk beräkning med *IfcSpace*-objekt. Ingen av modellerna har och kan beräknas på alla fyra olika sätt. Detta beror på att modellerna är skapade för olika syften och innehåller olika mycket data.

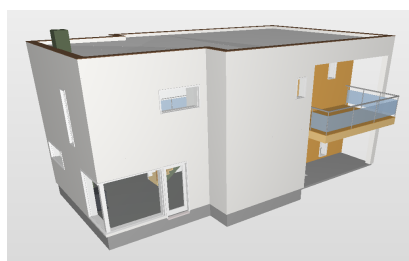
8.1 Indata

För areaberäkning behövs inläsning av en BIM-modell i IFC-standard och urval av objekt i IFC-modellen som representerar grund/golv, väggar, tak och eventuellt andra byggnadsobjekt som kan påverka BYA. Beroende på modellens konstruktion och Level of Development (LoD) varierar det vilka objekt en IFC-modell består av. De objekt som finns i modellen och behövs för beräkningen beskrivs för varje modell.

8.2 BIM-modeller

8.2.1 KTH demohus

KTHs (Kungliga tekniska högskolan) demohus är ett hus som skapats i ett projekt på KTH (se figur 8.1). Huset är endast en modell och har inte byggts i verkligheten vilket gör att det inte finns någon manuell beräkning av area. Filformatet som är tillgängligt för denna modell i detta projekt är IFC vilket gör att redigering och addering av ett objekt som representerar BYA inte är möjlig. Dock kan objekt från *IfcSpace* som representerar BTA användas för att beräkna slutgiltig BYA. BTA för denna modell är lika med basen för BYA som sedan används för att hitta utkragande delar som adderas med basen som ger slutgiltig BYA.



(A) Framsida av KTH demohus



(B) Baksida av KTH demohus

FIGUR 8.1: Skärmbild av byggnadsmodellen KTHdemohus

Beräknad area redovisas i tabell 8.1 och indata för beräkningarna presenteras i tabell 8.2 och 8.3.

TABELL 8.1: Beräknad area för KTH demohus

Automatisk beräkning utan objekt för byggnadsarea	Automatisk beräkning med <i>IfcSpace</i> -objekt
110,1 m ²	110,1 m ²

TABELL 8.2: KTH demohus indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea

Objektnamn	Beskrivning
IfcSlab	Golvkonstruktion och tak
IfcWall	Inner- och ytterväggar
IfcBuildingStorey	Antalet byggnadsvåningar

TABELL 8.3: KTH demohus indata vid beräkning med *IfcSpace*-objekt

Objektnamn	Beskrivning
IfcSlab	Golvkonstruktion och tak
IfcWall	Inner- och ytterväggar
IfcSpace	Representation av vissa utrymmen och areor

8.2.2 Hjaltevadshus

Modellerna Spira 168 och Spira 175 kommer från Hjaltevadshus som är en svensk småhustillverkare. Tillgång till modellerna har givits genom Får jag lov-projektet då Hjaltevadshus är en del av projektet. Modellerna är väldigt lika och den största skillnaden är att Spira 175 har högre byggnadshöjd och har därför större boarea. Hjaltevadshus har uppgett att BYA för båda modellerna är 111,3 m².

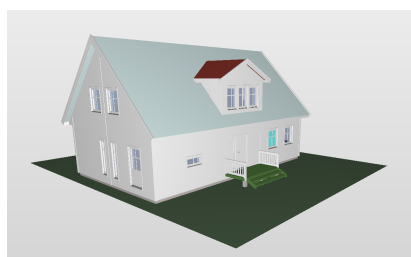
Filformatet som är tillgängligt för denna modell i detta projekt är IFC vilket gör att redigering och addering av ett objekt som representerar BYA inte är möjlig. Det finns inget objekt i *IfcSpace* som representerar BYA eller BTA som skulle kunna användas för att beräkna BYA.

I den automatiska beräkningen (utan objekt för BYA) av både Spira 168 och Spira 175 erhålls en del som uppfyller kraven för en mätvärd utkragande byggnadsdel och räknas in i byggnadernas BYA. Delen är ett *IfcRoof*-objekt och är skärmtak över entrén på husens kortsida. Enligt standarden (SS 21054:2009) ska

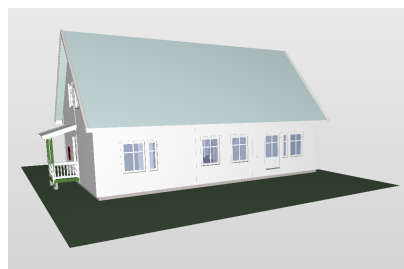
dock skärmtak över entréer inte räknas in i BYA. Det finns ingen definition av skärmtak i lagen och det finns heller inget sätt att utifrån dessa modeller automatiskt avgöra om utrymmet under skärmtaket är inrättat för vistelse (som ska ingå i BYA) eller om det endast är skärmtak över en entré. Den projicerade ytan av skärmtaket är 3,1 m².

8.2.2.1 Spira 168

Spira 168 är ett 1,5-plans hus med en boarea på 168 m² (figur 8.2).



(A) Framsida av Hjaltevadshus 168



(B) Baksida av Hjaltevadshus 168

FIGUR 8.2: Skärmbild av byggnadsmodellen Hjaltevadshus 168

Beräknad area redovisas i tabell 8.4 och indata för beräkning presenteras i tabell 8.5.

TABELL 8.4: Beräknad area för Spira 168

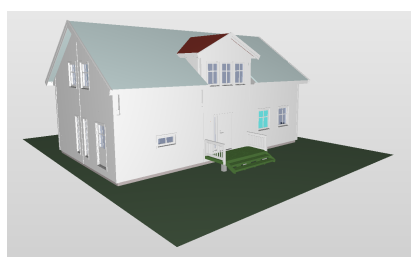
Manuell beräkning	Automatisk beräkning utan objekt för byggnadsarea
111,3 m ²	113,5 m ²

TABELL 8.5: Hjaltevadshus 168 indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea

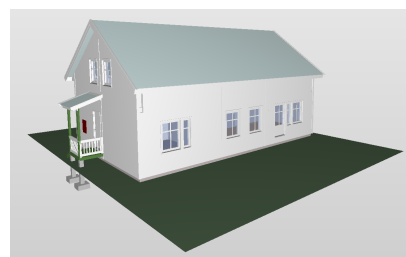
Objektnamn	Beskrivning
IfcSlab	Golvkonstruktion och tak över takkupa
IfcWall	Inner- och ytterväggar
IfcWallStandardCase	Ytterväggar
IfcBuildingStorey	Antalet byggnadsvåningar
IfcRoof	Takkonstruktion

8.2.2.2 Spira 175

Spira 175 är ett 1,5-plans hus med en boarea på 175 m² (se figur 8.3). För denna modell måste en vägg som placerats under huset tas bort innan modellen kan köras i skriptet (7.2).



(A) Framsida av Hjaltevadshus 175



(B) Baksida av Hjaltevadshus 175

FIGUR 8.3: Skärmbild av byggnadsmodellen Hjaltevadshus 175

Beräknad area redovisas i tabell 8.6 och indata för beräkning presenteras i tabell 8.7.

TABELL 8.6: Beräknad area för Spira 175

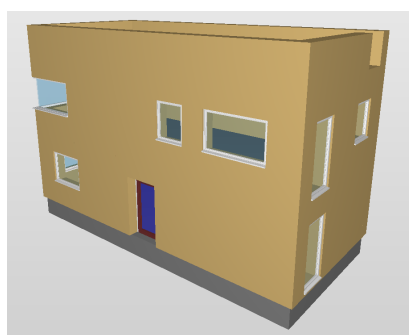
Manuell beräkning	Automatisk beräkning utan objekt för byggnadsarea
111,3 m ²	113,5 m ²

TABELL 8.7: Hjaltevadshus 175 indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea

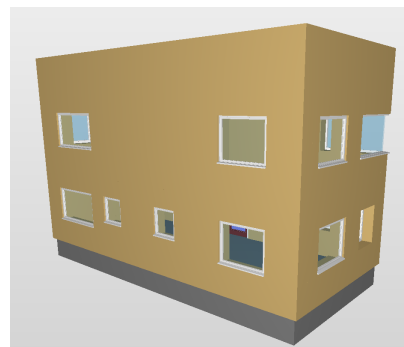
Objektnamn	Beskrivning
IfcSlab	Golvkonstruktion och tak över takkupa
IfcWall	Inner- och ytterväggar
IfcWallStandardCase	Ytterväggar
IfcBuildingStorey	Antalet byggnadsvåningar
IfcRoof	Takkonstruktion

8.2.3 Kamakura House

Modellen är ritad av Martin Hooper på Sweco Position. För Kamakura House (figur 8.4) finns ingen manuellt beräknad BYA. I objektet *IfcSpace* finns en volym vars utsträckning i x- och y-koordinater utgör BYA.



(A) Framsida av Kamakura House



(B) Baksida av Kamakura House

FIGUR 8.4: Skärmbild av byggnadsmodellen Kamakura House

Beräknad area redovisas i tabell 8.8 och indata för beräkningarna presenteras i tabell 8.9 och 8.10.

TABELL 8.8: Beräknad area för Kamakura House

Automatisk beräkning utan objekt för byggnadsarea	Automatisk beräkning med objekt för byggnadsarea
57,7 m ²	57,7 m ²

TABELL 8.9: Kamakura house indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea

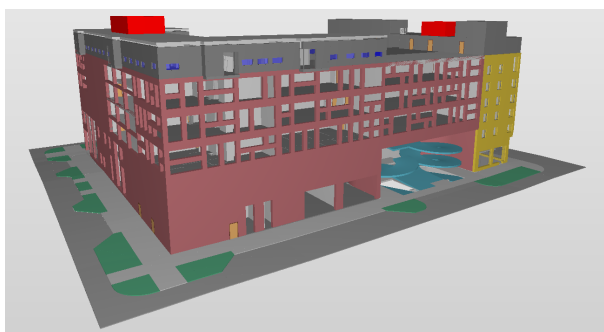
Objektnamn	Beskrivning
IfcSlab	Golvkonstruktion
IfcWallStandardCase	Inner- och ytterväggar
IfcBuildingStorey	Antalet byggnadsvåningar
IfcRoof	Takkonstruktion

TABELL 8.10: Kamakura house indata vid beräkning med objekt för byggnadsarea

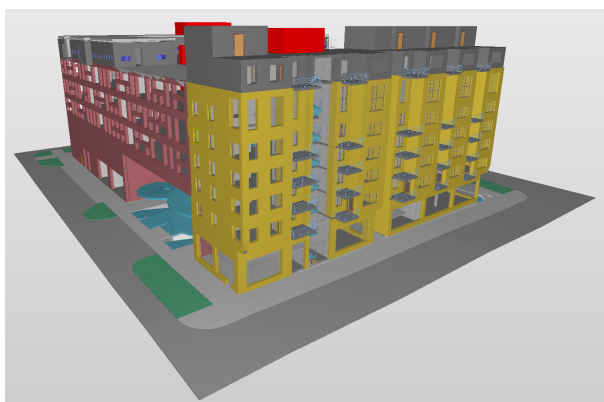
Objektnamn	Beskrivning
IfcSpace	Representation av vissa utrymmen och areor

8.2.4 Multihuset Bryggan 1

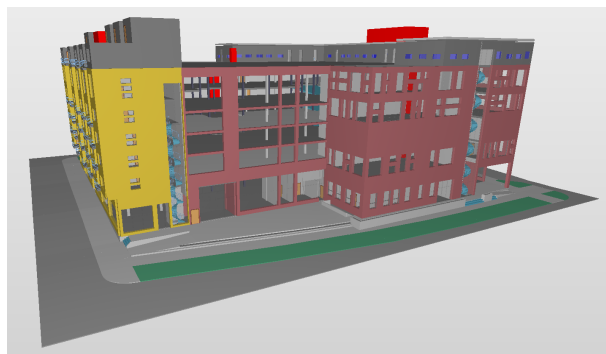
Multihuset Bryggan 1 är producerat av NCC och har sökts bygglov för i Limhamn (se figur 8.5, 8.6 och 8.7). Den manuella beräkningen av BYA som gjord vid sökt bygglov uppgår till 3438,5 m². Filformatet som är tillgängligt för denna modell i detta projekt är IFC vilket gör att redigering och addering av ett objekt som representerar BYA inte är möjlig. För denna modell finns inget *IfcSpace* objekt som representerar areor eller volymer.



FIGUR 8.5: Skärmbild av byggnadsmodellen Multihus fasad 1



FIGUR 8.6: Skärmbild av byggnadsmodellen Multihus fasad 2



FIGUR 8.7: Skärmbild av byggnadsmodellen Multihus fasad 3

Beräknad area redovisas i tabell 8.11 och indata för beräkning presenteras i tabell 8.12.

TABELL 8.11: Beräknad area för Multihuset

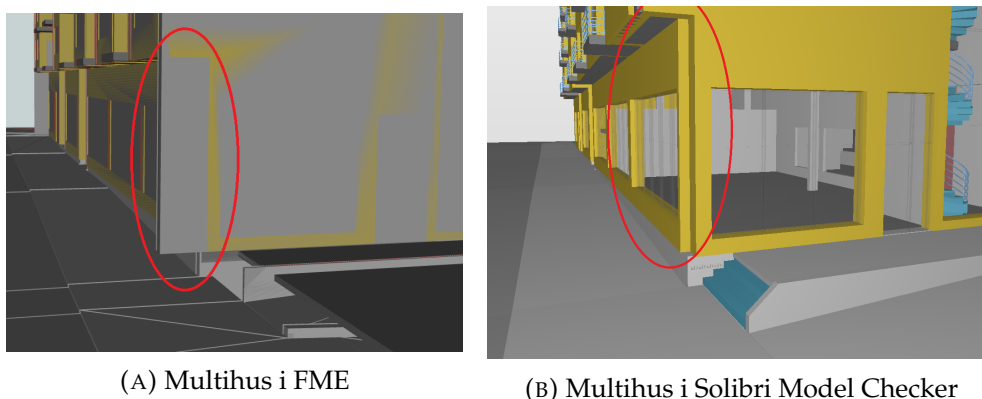
Manuell beräkning	Automatisk beräkning utan objekt för BYA
3438,5 m ²	3424 m ²

För beräkning av area av denna modell krävs manuellt urval av byggnadsobjekt. Det automatiska urvalet av *IfcSlab* innehåller en yta framför entrén som inte ska ingå i BYA. Omkring byggnaden är det *IfcSlab* som representerar väg, trottoar och gräsmatta som behövs sorteras bort. Eftersom byggnaden har en källare måste väggarna begränsas till väggobjekt ovan mark och detta görs med att approximera en marknivå till 3,4 m. Vissa väggobjekt är murar utanför byggnaden som inte ska räknas med i BYA och sorteras därför bort. Delar av fasaden utgörs av stora glaspartier och för att dessa ska räknas med i BYA används *IfcMember* och *IfcDoor*.

TABELL 8.12: Multihuset indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea

Objektnamn	Beskrivning
<i>IfcSlab</i>	Golvkonstruktion, trappor, väg, trottoar och gräsmatta.
<i>IfcWall</i>	Inner- och ytterväggar
<i>IfcWallStandardCase</i>	Inner- och ytterväggar
<i>IfcMember</i>	Ram för glaspartier
<i>IfcDoor</i>	Dörrar för att komplettera öppningar i glaspartier

Vid inläsning av IFC-filen sätts *Subtract Opening Geometries* parametern till *Yes* vilket enligt specifikationen ska ta bort öppningar från objekten som de är kopplade till. Detta kan vara öppningar för fönster och dörrar i väggobjekt men även andra reduceringar av olika objekt. För Multihuset sker inte detta korrekt, se figur 8.8 nedan, vilket kan påverka objektens utformning och därmed den slutgiltiga areaberäkningen.



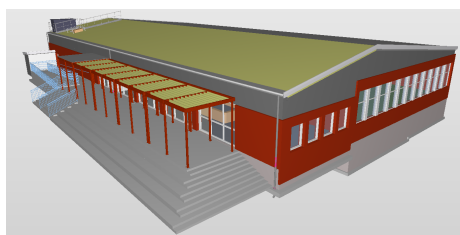
FIGUR 8.8: Skärmbild av ej korrekt inläst geometri i FME.

8.2.5 Nyvångskolan i Dalby

Modellerna kommer från Lunds kommun och är modeller över skolbyggnader i Dalby (se figur 8.9 och 8.10). Det har för båda modellerna skapats ett *IfcSpace*-objekt som representerar BYA. För båda modellerna approximeras marknivån. Approximeringen kan påverka beräkningen av arean då vissa eventuella utkragande delar kan räknas med eller utebli i beräkningen av den slutgiltiga byggnadsarean.

8.2.5.1 Byggnad F

För automatisk beräkning utan objekt för BYA krävs manuellt urval av *IfcSlab* då vissa utgör entrétrappan som inte ingår i BYA. Murar som också ingår i konstruktionen av trappan sorteras bort från övriga väggelement. De nedersta väggelementen är i olika nivåer och då det inte finns något element som representerar marknivån approximeras den till -1,17 m.



(A) Framsida av byggnad F



(B) Baksida av byggnad F

FIGUR 8.9: Skärmbild av byggnadsmodellen Nyvångskolan byggnad F

Beräknad area redovisas i tabell 8.13 och indata för beräkning presenteras i tabell 8.14 och 8.15.

TABELL 8.13: Beräknad area för Nyvångskolan byggnad F

Automatisk beräkning utan objekt för byggnadsarea	Automatisk beräkning med objekt för byggnadsarea
996,5 m ²	998,8 m ²

TABELL 8.14: Byggnad F indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea

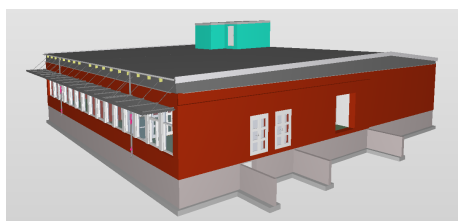
Objektnamn	Beskrivning
IfcSlab	Golvkonstruktion, trappor och ramper
IfcWall	Inner- och ytterväggar
IfcWallStandardCase	Inner- och ytterväggar
IfcRoof	Takkonstruktion

TABELL 8.15: Byggnad F indata vid beräkning med objekt för byggnadsarea

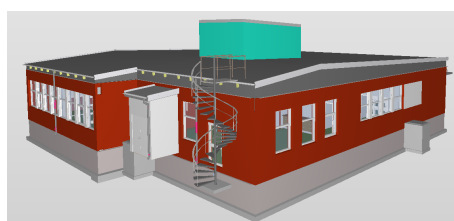
Objektnamn	Beskrivning
IfcSpace	Representation av vissa utrymmen och areor

8.2.5.2 Byggnad H

I modellen finns ingen representation av marknivå så den approximeras till 1,365 m utifrån minimivärdet av z för de röda väggelementen.



(A) Framsida av byggnad H



(B) Baksida av byggnad H

FIGUR 8.10: Skärmbild av byggnadsmodellen Nyvångskolan byggnad H

Beräknad area redovisas i tabell 8.16 och indata för beräkning presenteras i tabell 8.17 och 8.18.

TABELL 8.16: Beräknad area för Nyvångskolan byggnad H

Automatisk beräkning utan objekt för byggnadsarea	Automatisk beräkning med objekt för byggnadsarea
547,3 m ²	544,5 m ²

TABELL 8.17: Byggnad H indata vid beräkning utan objekt för byggnadsarea

Objektnamn	Beskrivning
IfcSlab	Golvkonstruktion
IfcWall	Inner- och ytterväggar
IfcWallStandardCase	Inner- och ytterväggar
IfcBuildingStorey	Antalet byggnadsvåningar
IfcRoof	Takkonstruktion

TABELL 8.18: Byggnad H indata vid beräkning med objekt för byggnadsarea

Objektnamn	Beskrivning
IfcSpace	Representation av vissa utrymmen och areor

8.2.6 Revit House

Revit House är en exempelfil från BIM-programmvaran Revit (se figur 8.11 och 8.12). Det finns ingen manuellt beräkna BYA för denna modell. För modellen

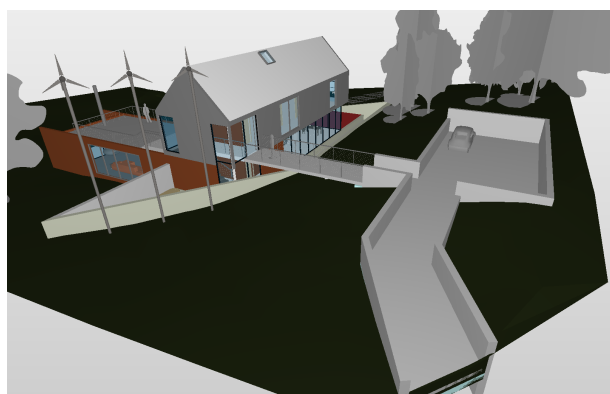
finns inget *IfcSpace* objekt.

En jämförande studie av beräknade areaor går inte att genomföra för denna modell då det inte finns manuellt beräknad BYA eller *IfcSpace*-objekt som representerar BYA. Modellen är dock ett bra exempel på att byggnadsmodeller kan vara komplext utformade, vilket kan försvåra en automatisk beräkning av BYA.

Modellens byggnadsdelar som är placerade på marken och som utgör basen av BYA är placerade i olika marknivå. Stora glaspartier utgör fasaden på nedervåningen och flera objekt av elementen *IfcWall* och *IfcWallStandardCase* representerar murar som inte ska räknas med i BYA. Vissa objekt av *IfcSlab* tillhör väg och parkering intill byggnaden. Detta gör en automatiserad beräkning av BYA komplicerad då många begränsningar, urval och restriktioner måste göras för just den här modellen.



FIGUR 8.11: Skärmbild av byggnadsmodellen Revit House framsida



FIGUR 8.12: Skärmbild av byggnadsmodellen baksida av Revit House

Area beräkningen redovisas i tabell 8.19 och indata presenteras i tabell 8.20.

TABELL 8.19: Beräknad area för Revit House

Automatisk beräkning utan objekt för BYA
248,3 m ²

TABELL 8.20: Revit House indata

Objektnamn	Beskrivning
IfcSlab	Golvkonstruktion, stålpelare i mark, tak och markkonstruktion för parkering
IfcWall	Inner- och ytterväggar
IfcWallStandardCase	Innerväggar, ytterväggar och mur omkring huset och parkering
IfcBuildingStorey	Antalet byggnadsvåningar
IfcRoof	Takkonstruktion
IfcMember	Ram kring stora glaspartier

Ett urval av objekt ger en representation av basen för BYA men beäkning med utkragande delar kräver mycket modifiering av skriptet (7.2).

8.3 Utvärdering av areaberäkning

TABELL 8.21: Sammanställning av beräknade byggnadsareor

Modell	Manuell beräkning	Utan objekt för BYA	Med objekt för BYA	Med <i>IfcSpace</i> -objekt
KTH demohus		110,1 m ²		110,1 m ²
Spira 168	111,3 m ²	113,5 m ²		
Spira 175	111,3 m ²	113,5 m ²		
Kamakura House		57,7 m ²	57,7 m ²	
Multihuset	3438,5 m ²	3424 m ²		
Byggnad F		996,5 m ²	998,8 m ²	
Byggnad H		547,3 m ²	544,5 m ²	
Revit House		248,3 m ²		

För KTH demohus är basen av BYA i *Automatisk beräkning utan objekt för BYA* lika med BTA som används som basen för BYA i beräkningen med *IfcSpace*-objekt. De utkragande delarna beräknas sedan på samma sätt vilket ger exakt

lika area.

Skillnaden i BYA för Spira 168 och Spira 175 beror dels på att ett skärmtak på 3,1 m² räknas med i skriptet. Area för skärmtak över entréer ska enligt standarden inte räknas med i BYA. Om arean för skärmtaket räknas bort skiljer sig areorna fortfarande med 0,9 m² vilket är 0,8% av den manuellt beräknade arean. Om den lilla skillnaden beror på att något inte räknats med i skriptet eller om den manuella beräkningen inte är korrekt är svår att avgöra.

Areorna för Multihuset skiljer sig med 13,5 m² och är en skillnad på ca 0,4% av den manuellt beräknade byggnadsarean. Vid *Automatisk beräkning utan objekt för BYA* av Multihuset approximeras marknivån vilket kan påverka den slutgiltiga arean. I Figur 8.8 visas även att viss geometri inte läses in korrekt i FME. Övriga antaganden, begränsningar och sortering av objekt som gjorts kan också påverka beräkningen av arean.

Skillnaden för de två olika automatiska beräkningarna av skolbyggnaderna är för Byggnad F 2,3 m² vilket är en skillnad på ca 0,2 %. För Byggnad H skiljer areorna sig med 2,8 m² som är en skillnad på 0,5 %. För båda modellerna har marknivån approximerat då den informationen inte finns tillgänglig vilket kan påverka beräkningen av arean. Detta kan medföra att objekt vars högsta höjd över markytan är mindre än 0,6 m räknas med men som enligt standarden inte ska räknas med. Detta villkor kontrolleras inte i skriptet. Det har också gjorts visst manuellt urval av objekt som också kan påverka arean.

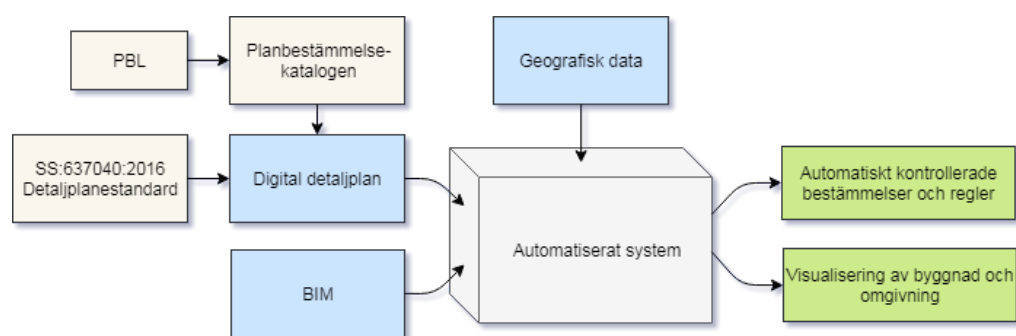
Beräkningen av Revit House BYA kräver begränsningar och urval av objekt. I BYA räknas en area som är balkong/uteplats. Det är inte helt klart om denna area ska ingå i BYA. Arean är inte belägen under något tak men ramas delvis in av två väggar.

9. Digital hantering av krav för bygglov

9.1 Översikt

Digital lagring av detalplaneinformation är en förutsättning för en automatisk och digital bygglovsansökan med en digital byggnadsmodell. Standarden för digitala detaljplaner beskrivs i avsnitt 6.1. Den digitala detaljplanen gör det möjligt att jämföra bestämmelser utifrån dess variabler mot informationen om den digitala byggnadsmodellen (BIM). Hur kraven dokumenteras i den digitala detaljplanen och vilken information som finns tillgänglig i byggnadsmodellen är avgörande för att en digitalisering och automatisering av bygglovsansökan.

Utöver detaljplan och byggnadsmodell behövs ofta geografisk data om omgivningen i form av fastighetsgränser, befintliga mark- och höjdmodeller samt modeller över ändringar av marken och dess höjd för att utföra automatiska kontroller. Den data ges i dagsläget av de ritningar och planer som presenteras i bilaga B. Övrig data som kan behövas är data om uppmätta ljudnivåer, luftföroreningar, vibrationer och ljus för att kontrollera omgivningens påverkan. En övergripande bild hur ett automatiskt system av bygglovskontroll och den data som skulle behövas illustreras i figur 9.1 nedan.



FIGUR 9.1: Illustration av komponenter i ett automatiskt system för bygglovskontroll

Vilken data som krävs beror på vilken bestämmelse som ska kontrolleras. Vissa bestämmelser kräver endast information från BIM-modellen eller endast geografisk data och andra bestämmelser kräver en kombination av BIM och geografisk data för att kunna kontrolleras. I vissa fall är dock endast en visuell bedömning av bestämmelsen möjlig.

9.2 Digital och automatisk kontroll av gällande regler

I tabell A.1 i bilaga A redovisas lagar som reglerar användningsbestämmelser, egenskapsbestämmelser och administrativa bestämmelser. En del av de bestämmelser i tabell A.1 som påverkar byggandet är enklare att automatisera än andra då de är kopplade till byggnadens rumsliga omfattning eller placering. De bestämmelserna har en rumslig avgränsning eller en begränsning som anges med ett gränsvärde eller med ett procentuellt förhållanden till ett annat värde. Omfattning och placering regleras i 4 kap. 11 § 1 p. samt 16 § 1 p. PBL och kan vara:

- fastigheters största och minsta storlek
- tomters största och minsta storlek
- största och minsta byggnadsarea, bruttoarea och bruksarea
- byggnadshöjd, totalhöjd, plushöjd och nockhöjd
- största och minsta takvinkel
- avstånd till tomtgräns
- begränsning av markens utnyttjande med prick- och korsmark.

9.2.1 Användning

Vad marken avses användas till regleras med användningsbestämmelser som bestämmer användningen av en byggnad som t.ex kan vara bostäder, detaljhandel eller kontor. En automatisk kontroll av användningen skulle vara möjlig om information om en byggnads användningsområden finns tillgänglig i byggnadsmodellen alternativt att användningen anges vid sökt bygglov.

9.2.2 Placering och orientering

Enligt planbestämmelsekatalogen kan placeringen regleras med *Byggnadsverkska placeras [placering:text]* där *[placering:text]* är ett uttryck i text vilket kan vara svårt att översätta till digitalt läsbar kod.

Övriga bestämmelser som påverkar placeringen kan vara markreservat och rättighetsområden. Inom ett markreservat får inte ett bygglov ges om det hindrar eller försvårar genomförandet av det som marken är reserverad för [4, p. 186]. Markreservat begränsar ofta byggandet men det kan också finnas undantag då det är möjligt att bygga inom området. Markreservat där frihöjd för trafik regleras och där variabeln för frihöjden anges i decimaltal skulle en automatisering vara möjlig. Andra markreservat kan vara uttryckta i text och ha mer komplicerade reservationer för att genomföra en automatisk kontroll.

En byggnads orientering kan påverkas av stängsel, utfartsförbud och bestämmelser om uppförande av skydd mot störningar. Om det i modellen ges information om vart utfart från fastigheten är belägen skulle en kontroll mot dessa bestämmelser kunna genomföras. Skyddsåtgärder kan påverka placering och orientering av en byggnad då åtgärder för att minska påverkan av ljud,

luftföroreningar, vibrationer och ljusinsläpp.

9.2.3 Utformning

Bestämmelser om utformningen reglerar bland annat byggnadsdelar, bebyggelse typ, orientering av byggnadsdelar, material och färg. Bebyggelse typen kan vara friliggande eller sammanbyggda hus. Bebyggelse typen skulle kunna kontrolleras med byggnadens relation till omgivande bebyggelse eller att byggnadsmodellen innehåller information om bebyggelse typ. Bestämmelser om material och färg för tak och fasader deklarerar i text. För att kontrollera bestämmelser mot en byggnadsmodell krävs ett konsekvent angivande av BIM-objekts material och färg. En lösning för att automatisera kontrollen är att skapa ett standardiserat bibliotek av material som används både i detaljplanen och i byggnadsmodellen och att benämna färg utifrån en standard som t.ex. *SS 19104 NCS-Färgprover - Beträknings- och mätvillkor samt toleranser* [46].

9.2.4 Utförande och byggnadsteknik

Reglering av utförande och byggnadstekniken kan bland annat innebära djup för dränering, schaktnivå, utförande av grund och fasadens förmåga att dämpa ljud. Lägsta och högsta nivå av dräneringsingrepp och lägsta schaktnivå ska enligt planbestämmelsekatalogen deklarerar i en digital detaljplan med variabeln *DP_VarDecimaltal* vilket underlättar en automatisk kontroll. Övriga bestämmelser som deklarerar i beskrivande text är svårare att automatiskt och digitalt tolka. För bedömning av dräneringsdjup och schaktnivå skulle det krävas befintlig markmodell och modell/information om de ingrepp som ska utföras. De modellerna behövs också då mark och vegetation regleras. Markbestämmelserna kan innebära reglering av lutning, höjd och viss reglering av användning. Höjd och lutning kan deklarerar med *DP_VarDecimaltal* och kan i så fall kontrolleras mot mark- och höjdmodeller. Bestämmelser om vegetation kan förhindra fällning av träd och plantering av vegetation eller reglera att viss vegetation ska finnas. Dessa bestämmelser kan vara ett hinder för byggnationens utformning. Om regleringen har en rumslig begränsning kan jämförande med en byggnads placering göras. Det krävs dock en tolkning av bestämmelsen om den syftar till att bevara vegetation eller förhindra plantering av vegetation.

Skydd mot störning som nämnts i 9.2.2 kan även påverka utförandet av byggnaden då konstruktion och byggnadsteknik kan användas som åtgärder för att minska påverkan av ljud, luftföroreningar, vibrationer och ljusinsläpp.

9.2.5 Lovplikt

Bestämmelser om ändrad lovplikt kan t.ex. kräva att vissa åtgärder måste företas innan ett bygglov/marklov/rivningslov kan beviljas. Reglering om upphävande av strandskydd och åtgärder som krävs för att startbesked ska kunna ges kan också förekomma. Dessa bestämmelser deklarerar i text och är därför svåra att översätta till digitalt läsbar kod som automatiskt kan kontrolleras mot byggnadsmodellen och fastigheten.

9.2.6 Omgivning

Bestämmelser som tar hänsyn till omgivningen och dess karaktär samt kulturvärden är svåra att automatisera då de ofta kräver en subjektiv bedömning och analys av omgivningen. I tabell A.2 i bilaga A redovisas krav som utöver detaljplanebestämmelserna ska kontrolleras vid en bygglovsansökan. Många av kraven reglerar byggnationen utifrån lämplighet i förhållande till omgivningen, befintliga karaktärsdrag, historiska samt konstnärliga värden. Dessa krav är svåra att automatiskt och digitalt bedöma. Två krav i tabell A.2 som skulle kunna automatiseras är att utrymme för parkering ska finnas och framkomlighet för personer med nedsatt rörelse- och orienteringsförmåga. Detta kräver dock att det finns konkreta värden på vad en parkering innebär och att det går att mäta framkomligheten till och i en byggnad.

9.2.7 Bestämmelser om lägenheter

Lägenhetsfördelning och lägenhetsstorlek ställer krav på att information vad som utgör och avgränsar en lägenhet anges i modellen för att automatiskt kunna kontrollera mot bestämmelser.

9.3 Sammanställning av gällande regler

I planbestämmelsekatalogen finns det ca 280 egenskapsbestämmelser som är gällande (2018). Reglerna kan delas in i kvantitativt, visuellt och kontextuellt beroende samt indelning efter vilken data som behövs [47]. De kvantitativa reglerna är möjliga att automatiskt validera. De visuella kräver en visuell bedömning av bygglovshandläggare. Kontextuella beroenden är både svåra att automatisera och visualisera. Fördelningen mellan beroende och data presenteras i tabell 9.1.

TABELL 9.1: Ungefärlig fördelning av automatiseringsmöjligheter av regler [47]

	BIM-data	Geodata	BIM- och Geodata	Totalt
Kvantitativt	25%	30%	30%	85%
Visuellt	2%	1%	2%	5%
Kontextuellt	-	-	-	10%

9.4 Program för automatiserad kontroll av BIM-modeller

Ett sätt att beräkna area av BIM-modeller som används av arkitekter vid design av byggnader är att använda program som Solibri Model Checker. Solibri Model Checker är ett kvalitetssäkringsprogram för validering av BIM-modeller, överensstämmelsekontroll, designgranskning, analys och kodkontroll. Programmet hanterar beräkning av bruttoarea (BTA), bruksarea (BRA) och nettoarea

(NTA). Byggnadsarea (BYA) som ofta används vid ansökan om bygglov hanteras dock inte av programmet.

9.5 Detaljplaneläsare

Ett FME-skript har tagits fram för att läsa in en detaljplan som är skapad enligt standarden *SS 637040:2016 Geografisk information - Detaljplan - Applikationsschema för planbestämelse* och är ämnat till att användas som ett verktyg för att hantera bestämmelser vid kontroll av bygglov. Skriptet är utvecklat av Lunds universitet och framtagandet av skriptet har finansierats av Smart Built Environments Testbädd: Smarta plan-, bygg- och förvaltningsprocesser över hela livscykeln och projektet Får Jag Lov. Skriptet läser in en xml-fil som representerar en detaljplan och skapar av informationen linjer som avgränsar olika bestämmelser samt polygoner som representerar område för bebyggelse, gata, vatten och prickmark (kvartersmark där marken inte får förses med byggnad). Till polygonen som representerar tillåten byggnation kopplas bestämmelser och information maximal byggnadshöjd och begränsning av byggnaders takvinkel.

Del IV

Diskussion och slutsatser

10. Diskussion

För att automatisera bygglovsprocessen behövs det ställas krav på den data som användas vid kontroll av de sökta bygglovet. De gällande regler och bestämmelse kräver olika data för att kunna valideras. Den data som krävs är data från IFC-modellen, omgivningen/fastigheten och digitalisering av bestämmelser och regler.

10.1 Krav på modeller och indata vid beräkning av BYA

För att kunna utföra en automatisk beräkning av BYA bör det ställas krav på IFC-modellerna som ska användas för att söka bygglov med. Ett sådant krav är att objekt som inte anses som mätvärda utkragande delar i standarden för area och volym för husbyggnader [41] går att urskilja från övriga objekt i IFC-modellen. Dessa objekt beskrivs i standarden och är: skärmtak över entré, cykelställ etc., yttertrappa, byggnadsdelar vars högsta höjd är under 0,6 m från marken samt terrass/altan som inte är underbyggd.

En lösning till problemet med identifiering av objekt skulle kunna vara att använda klassifikationssystemet CoClass. De olika delarna klassificeras med ett id nummer som skapas utifrån vad objektet representerar och vilken grupp av byggnadselement eller del i byggprocessen objektet tillhör. Information om icke fysiska objekt förekommer också. Ett specifikt id för t.ex. skärmtak över entré finns ej i CoClass. En identifikation av kombinationen entré och skärmtak som är placerade i anslutning tillvarandra skulle kunna identifieras som skärmtak över entré. Då CoClass inte är ett öppet klassificeringssystem har det i detta arbete inte undersökts mer ingående vilka objekt som finns med i klassifikationssystemet.

Skärmtak, yttertrappa och terrass/altan kan i en IFC-modell representeras med elementet *IfcSlab*. I skriptet som beräknar area utan objekt för BYA sorteras *IfcSlab* efter våningsplan för att avgöra vilka *IfcSlab*-objekt som utgör grunden. Detta gör dock att det kan räknas med *IfcSlab*-objekt som representerar objekt som inte ska räknas med i BYA. *IfcBuildingStorey* som representerar våningarna behöver inte förhålla sig till de fysiska våningsplanen vilket kan medföra att beräkningen inte blir korrekt. En lösning till detta är att definiera vilka *IfcSlab*-objekt som utgör grunden. Ett annat alternativt är att kräva information om byggnadens placering på marken och markens utformning och att utifrån den informationen kontrollera vilka *IfcSlab*-objekt som ligger i anslutning till marken. I detta fall krävs det dock också att *IfcSlab*-objekt som representerar t.ex. yttertrappa går att urskilja från golvobjekten.

Ett alternativ som testas i skriptet areaberäkning med objekt för BYA är att kräva att viss information finns tillgänglig i modellen i form av variabler eller objekt som representerar byggnadsarea. Detta ställer dock krav på att den som

skapar modellen vet vilka regler som gäller för beräkning av byggnadsarea.

I dagsläget finns det rekommendationer och instruktioner som arkitekter följer om hur en ritning för bygglov ska utformas. Sådana instruktioner skulle kunna utformas för skapandet av IFC-modeller efter mätreglerna i standarden area och volym för husbyggnader. Kontrollen förflyttas då från bygglovs-handläggaren till arkitekten/konstruktören och den informationen används som beslutsunderlag för bygglovet. Detta skulle medföra att det behövs reglering om vilket ansvar arkitekten/konstruktören har att leverera korrekt information. Den reglering skulle också behöva innefatta vad konsekvensen blir om inkorrekt information levereras och ett beslut tas på felaktig grund.

Alternativet med ett objekt eller variabel som representerar BYA är dock en enklare lösning då bedömningen av vad som är BYA för IFC-modellen görs av personen som skapat modellen. Ett skript som kan hantera en mängd olika modeller med varierande komplexitet är en utmaning att utveckla. För att genomföra det skulle det behövas ett konsekvent sätt att identifiera och skilja på olika byggnadsobjekt.

10.2 Krav på modeller och indata för övriga bestämmelser

Olika bestämmelser kräver olika indata för att kontrolleras och det ställer krav på den data som ska levereras. Bestämmelser som reglerar placeringen av ett visst element eller dess existens som t.ex. att takkupor inte får uppföras eller att fönster inte får uppföras på en viss del av fasaden ställer krav på att byggnadsobjekt går att identifiera. Det ställer också krav på att det som regleras i detaljplanen digitalt går att identifiera och kontrollera mot byggnadsobjektet. Det som skulle krävas för detta är ett standardiserat sätt att identifiera objekt som på samma sätt som identifieringen av objekt som inte ska ingå i beräkningen av BYA. Ett klassifikationssystem som CoClass är en möjlig lösning.

Vissa bestämmelser kräver att IFC-modellens element innehåller variabler som t.ex. representerar byggnadselementets färg och/eller material. För detta skulle ett konsekvent sätt att bedöma både färg och material behövas. En databas eller standardisering av olika material och en standardiserad färgskala skulle underlätta en digital och automatisk bedömning av dessa regleringar.

10.3 Krav på detaljplanens utformning

För att en digital byggnadsmodell automatiskt ska kunna kontrolleras mot gällande bestämmelser krävs det att bestämmelserna går att tolka digitalt. I Boverkets planbestämmelsekatalog ges rekommendationer på hur planbestämmelser ska formuleras. En del bestämmelser som presenteras i planbestämmelsekatalogen går att i en digital detaljplan koda så att en digital och automatisk jämförelse mot IFC-modellen går att genomföra. Det är bestämmelser som implementeras med variabler i heltal, decimaltal och datum.

Dessa variabler går enkelt att digitalt jämföra med data från IFC-modellen. Detta förutsätter dock att informationen som krävs för en specifik bestämmelse finns tillgänglig för modellen eller går att beräkna utifrån modellen. Vissa bestämmelser i en digital detaljplan går dock att formulera i text och kräver en tolkning och översättning till digitalt läsbar kod för att en automatisk kontroll ska kunna ske. De flesta av bestämmelserna som formuleras i text begränsas på något vis men det finns bestämmelser där formuleringen inte begränsas. I planbestämmelsekatalogen ges det heller inte exempel på alla olika begränsningar som kan förekomma då alla företagens som kan finnas skäl att reglera inte kan förutses. Det som begränsar utformning och formulering av bestämmelser är 4 kap. PBL.

En automatisk och digital tolkning av de bestämmelser som formulerats i text skulle kräva maskininlärning och/eller artificiell intelligens. Ett alternativ är att begränsa formuleringen i text för att lättare kunna automatiskt och digitalt tolka bestämmelserna. Dock skulle detta hindra skapandet av de digitala detaljplanerna då alla planbestämmelser som kan behöva regleras inte går att förutses. Detta skulle kräva att ytterligare begränsning av vad som kan regleras måste göras.

10.4 Hantering i andra länder

I den norska tjänsten Fellestjenester BYGG för digital bygglovsansökan ställs krav på vad som ska ingå och rekommendationer om vad som bör ingå i IFC-modellen. Dessa krav presenteras i bilaga C och ett av de kraven är en variabel för byggnadsarea som är kopplad till elementet *IfcBuilding*.

I Korea har en mekanism (KBimLogic) utvecklats för att översätta byggnadsregler till digitalt exekverbar kod (KBimCode). Processen med översättningen är i dagsläget manuell men kontrollen i KBimAssess mellan KBimCode och IFC-modellen ska ske automatiskt. Detta fungerar om de regler som finns är någorlunda statiska och att det inte ges någon större frihet att formulera bestämmelser efter behov som det görs i Sverige. En likande implementation i Sverige skulle kräva att varje digital detaljplan kontrollerades och alla bestämmelser som inte direkt går att tolka digitalt får översättas till digitalt exekverbar kod.

10.5 Skript

Beräkningen av area med de olika skripten och med den manuellt beräknade arean skiljer sig inte mer än 2%. Skillnaden mellan areaberäkningen gjorda av de olika skripten skiljer sig heller inte mer än 2% för någon av modellerna. En liten avvikelse från detaljplanen vid en bygglovsansökan kan accepteras men det är inte definierat vad en liten avvikelse innebär. Vad som är en liten avvikelse kan variera från fall till fall. Två procent avvikelse kan nog ses som en liten avvikelse men för att göra en digital och automatisk bedömning skulle en liten

avvikelse behövas definieras som ett värde eller en procentsats av max/minvärdet.

När en areaberäkning görs i dagsläget bedömer en bygglovshandläggare vad som räknas som en liten avvikelse eller inte. Det är heller inget som säger att en byggloshandläggare alltid beräknar arean korrekt. Det har i denna studie inte undersökts vad felmarginalen kan vara vid en manuell beräkning. Då bygglovshandläggare i dagsläget har mycket att göra finns det heller inte utrymme för en oberoende kontrollräkning. Det kan vara så att i vissa fall kan den automatiska beräkningen vara mer korrekt än den manuella och i andra fall tvärt om.

11. Slutsatser

Ett syfte var att översiktligt redogöra för vilka bygglovsregler som är möjliga att automatisera. Redogörelsen påvisade att hur regler och bestämmelse deklarerar, formuleras och sedan levereras påverkar möjligheten att digitalt och automatiskt validera dem för ett sökt bygglov. I de fall en bestämmelse reglerar något kvantitativt och bestämmelsen deklarerar med ett värde eller med ett förhållande till ett värde är det möjligt att automatiskt validera. Då bestämmelsen formulerats och deklarerats i text krävs en tolkning och översättning till digitalt läsbar kod. Ett problem är att det inte går att förutse alla de bestämmelser som kan behöva regleras. I dagsläget går det därför inte uppföra ett bibliotek med alla bestämmelser översatta till digitalt läsbar kod.

Ett annat syfte var att designa, implementera och utvärdera automatiserad beräkning av byggnadsarea för BIM-modeller, och ett tredje syfte var att jämföra de olika metoderna för areaberäkning. Tre skript utvecklades för att beräkna byggnadsarean och jämfördes sedan med varandra. Skripten jämfördes också med manuellt beräknad byggnadsarea. Samtliga areor stämde relativt bra överens då ingen skillnad översteg 2%.

En stor utmaning för att göra skripten generiska och automatiska var variationen på BIM-modellernas innehåll, vilket resulterade i att viss anpassning av skript för vissa modell var nödvändig för att exekvera skripten. Då modellerna inte följer någon klassificering i hur modellens olika objekt benämns hindrar det automatisk identifiering av objekt. Objekt som inte ska ingå i byggnadsarean kan då räknas med och bidra till felaktig byggnadsarea, som skulle kunna förhindras med identifiering av objekt. För att kunna utveckla ett generiskt och automatiskt system måste det ställas krav på den indata man använder för att söka bygglov med.

Att generiskt och automatiskt beräkna area för olika IFC-modeller som inte förhåller sig till några krav är svårt då de kräver kontroll av många undantagsfall vilka också kan vara svåra att förutse. En utmaning är att koordinera de krav som ska ställas på IFC-modellen med de krav som kan ställas av detaljplanen. Regleringarna och kraven i detaljplanen ska följa regleringarna i plan- och bygglagen men kan ändå formuleras på många olika sätt som inte kan förutses. Hur kraven formuleras är avgörande för om kravet ska gå att validera digitalt och automatiskt.

Denna studie resulterade inte i en fullt generisk och automatisk beräkning av byggnadsarea. De utvecklade skripten kan dock ge möjlighet till underlättning i bygglovsansökning och handläggning samt vara underlag för vidareutveckling av en automatisk och digital bygglovsansökningsprocess.

Litteratur

- [1] Regeringskansliet, *Stora satsningar på digitalisering av den offentliga sektorn i höstbudgeten*, 2017. URL: <http://www.regeringen.se/artiklar/2017/09/stora-satsningar-pa-digitalisering-av-den-offentliga-sektorn-i-hostbudgeten/> (hämtad 2018-01-24).
- [2] Teknikföretagen, "Analog bygglovshantering bromsar företag", tekn. rapport, 2017. URL: <http://teknikforetagen.se/sv/i-debatten/publikationer/>.
- [3] Boverket, *FJL slutrapport steg 1 förstudie*, 2016. URL: https://dpcb.boverket.se/index.php/FJL_slutrapport_steg_1_frstudie (hämtad 2018-01-22).
- [4] K. Adolfsson och S. Boberg, *Detaljplanehandboken : handbok för detaljplanering enligt plan- och bygglagen, PBL*. Stockholm : Norstedts juridik, 2015 (Polen), 2015, ISBN: 9789139018469.
- [5] BFS 2014:5 - DPB 1, *Boverkets allmänna råd (2014:5) om planbestämmelser för detaljplan*. URL: <https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/dpb---bfs-20145/> (hämtad 2018-02-14).
- [6] Boverket, *Så fungerar katalogen för planbestämmelser - PBL kunskapsbanken - Boverket*. URL: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/planbestammelsekatalogen/sa-fungerar-planbestammelsekatalogen/> (hämtad 2018-04-24).
- [7] A. Gustafsson, *Bygglövsboken*. Lund : Studentlitteratur, 2017, 2017, ISBN: 9789144115696. URL: <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat01310a&AN=lovisa.004954611&site=eds-live&scope=site>.
- [8] Mittbygge, *Ritningar och handlingar - Mittbygge*. URL: <https://www.mittbygge.se/bygga-och-renovera/mitt-bygge/ritningar-och-handlingar.html> (hämtad 2018-02-13).
- [9] Regeringskansliet, *Digitalisering av offentlig sektor*, 2017. URL: <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/digitaliseringspolitik/digital-forvaltning/> (hämtad 2018-01-30).
- [10] Lantmäteriet, *Digitalt först – för en smartare samhällsbyggnadsprocess - Lantmäteriet*. URL: <https://www.lantmateriet.se/sv/Om-Lantmateriet/Samverkan-med-andra/digitalt-forst/> (hämtad 2018-01-30).
- [11] Boverket, *Arbetet görs i sex arbetspaket – Får jag lov?* URL: <https://farjaglovprojektet.wordpress.com/organisation/arbetet-gors-i-sex-arbetspaket/> (hämtad 2018-02-12).

- [12] Smart Built Environment, *Vad gör Smart Built Environment? - Smart Built*. URL: <http://www.smartbuilt.se/om-oss/verksamhet/> (hämtad 2018-02-05).
- [13] A. Almqvist, "Strategi för 3D - geodata 2016-09-01", Smart Built Environment, Malmö, tekn. rapport, 2016. URL: http://www.smartbuilt.se/library/1659/160901{_}forstudierapport3d.pdf.
- [14] Smart Built Environment, *Nytt projekt om Informationsförsörjning för planering, fastighetsbildning och bygglov - Smart Built*. URL: <http://www.smartbuilt.se/om-oss/aktuellt/nyheter/2016/161122-informationsfoersoerjning/> (hämtad 2018-02-05).
- [15] SmartBuiltEnvironment, *Ändamålsenlig BIM för bygglov och digitalt granskningsstöd*, unpublished, 2018.
- [16] Kartverket, *Dette er Kartverket — Kartverket*. URL: <https://www.kartverket.no/0m-Kartverket/Kartverket/> (hämtad 2018-02-12).
- [17] *Se Plan*. URL: <http://www.seplan.no/> (hämtad 2018-02-12).
- [18] *Geografiske informasjonssystemer - Norkart*. URL: <https://www.norkart.no/produkter/gisline/> (hämtad 2018-02-12).
- [19] Gisline, *Reguleringsplan*. URL: http://webhotel3.gisline.no/WebInnsyn{_}Lorenskog/Klient/Vis/TekniskKart?kommunenummer=0230{\&}karttype=Reguleringsplan{\&}funksjon=VisPlan{\&}planidentifikasjon=32-7-01 (hämtad 2018-02-12).
- [20] Kommunespeilet, *eByggeSak*. URL: <http://www.ks.no/fagomrader/utvikling/digitalisering/verktoykasse-plan-og-byggesak/verktoy/ebyggesak/> (hämtad 2018-02-13).
- [21] D. for byggkvalitet, *Dette er Fellestjenester BYGG - Direktoratet for byggkvalitet*. URL: <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/andre-fagomrader/fellestjenester-bygg/dette-er-fellestjenester-bygg/> (hämtad 2018-03-16).
- [22] —, *BIM validering - DiBK Fellestjenester bygg*. URL: <https://test-bimvalbygg.dibk.no/> (hämtad 2018-03-16).
- [23] Direktoratet for byggkvalitet, buildingSMART Norge, "ByggesaksBIM - Detaljer rapport", s. 1–19,
- [24] CORENET, *About Us*. URL: <https://www.corenet.gov.sg/general/about-us.aspx> (hämtad 2018-02-14).
- [25] L. van Berlo, T. Dijkmans och J. Stoter, "Experiment for Integrating Dutch 3D Spatial Planning and Bim for Checking Building Permits", *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, årg. II-2/W1, nr November, s. 279–284, 2013, ISSN: 2194-9050. DOI: 10.5194/isprsannals-II-2-W1-279-2013. URL: <http://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/II-2-W1/279/2013/>.

- [26] J. Benner, A. Geiger och K. Häfele, "Concept for building licensing based on standardized 3d geo information", *Proc. of the 5th International 3D ...*, årg. XXXVIII, s. 9–12, 2010, ISSN: 15740846. URL: http://www.3dgeoinfo.org/ISPRS{_}Conference{_}CD/Paper{_}ISPRS/Oral/2{_}3DGeoInfo2010{_}105{_}Benner{_}BuildingLicensing.pdf.
- [27] S. Macit İlal och H. M. Günaydın, "Computer representation of building codes for automated compliance checking", *Automation in Construction*, årg. 82, nr June, s. 43–58, 2017, ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.06.018.
- [28] J. Zhang och N. El-Gohary, "Extending Building Information Models Semiautomatically Using Semantic Natural Language Processing Techniques", *Journal of Computing in Civil Engineering*, årg. 30, nr 5, 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000536..
- [29] *Statutes of the Republic of Korea*. URL: https://elaw.klri.re.kr/eng{_}service/lawView.do?hseq=31602{\&}lang=ENG (hämtad 2018-02-13).
- [30] H. Lee, J. K. Lee, S. Park och I. Kim, "Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements", *Automation in Construction*, årg. 71, s. 49–61, 2016, ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2016.04.008. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580516300796?via{\%}3Dihub>.
- [31] E. T. Ray, *Learning XML. [Elektronisk resurs]*. Sebastopol, Calif, USA: Farnham, O'Reilly, 2003, ISBN: 0596516827. URL: <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=https://www.dawsonera.com/abstract/9780596516826>.
- [32] *Geography Markup Language — OGC*. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/gml> (hämtad 2018-03-26).
- [33] Opengeospatial - OGC, *CityGML*. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/citygml> (hämtad 2018-04-23).
- [34] BuildingSMART International Ltd., "IFC4 Add2 - Addendum 2 [Official]", 2016. URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/Add2/html/> (hämtad 2018-01-29).
- [35] BuildingSMART International Ltd., "Implementation summary", 2018. URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/implementation> (hämtad 2018-01-29).
- [36] BuildingSMART International Ltd., *Wall with opening and window example*. URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/Add2/html/annex/annex-e/wall-with-opening-and-window.ifc.htm> (hämtad 2018-01-29).
- [37] —, *Copyright Notice*. URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/Add2/html/copyright.htm> (hämtad 2018-06-15).
- [38] —, *Version 4 - Addendum 2*. URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/Add2/html/> (hämtad 2018-03-23).

- [39] *Geografisk information - Detaljplan - Applikationsschema för planbestämmelser*, SS 637040:2016, 2016.
- [40] Mittbygge, *Areabegrepp inom bygg*. URL: <https://www.mittbygge.se/bygga-och-renovera/vanliga-begrepp/area.html> (hämtad 2018-02-06).
- [41] *Area och volym för husbyggnader - Terminologi och mätregler*, SS 21054:2009, 2009.
- [42] Holger Ellgaard. URL: https://sv.wikipedia.org/wiki/Fil:Byggnadsarea_BYA.jpg (hämtad 2018-06-15).
- [43] *How FME Works — Safe Software*. URL: <https://www.safe.com/how-it-works/> (hämtad 2018-04-19).
- [44] P.-O. Olsson, "Conversion of an IFC-model to a lod2-3 3D-GIS building model", *Proceeding of Agile*, 2018.
- [45] Svensk Byggtjänst, *CoClass - Om CoClass*. URL: <https://coclass.byggtjanst.se/sv/om/#om-coclass> (hämtad 2018-05-22).
- [46] *NCS-färgprover - Betraktions- och mätvillkor samt toleranser*, SS 19104, 1998.
- [47] P.-O. Olsson, J. Axelsson, M. Hooper och L. Harrie, "Automation of building permission by integration of BIM and geospatial data", *International Journal of Geo-Information*, Manuskript, 2018.

A. Bilaga - Lagar om byggnation

TABELL A.1: Gällande detaljplanebestämmelser som kan påverka byggnation inom kvartersmark

Lagrum (4 kap. PBL)	Beskrivning
5 § 3 p., 11 § 2 p. och 30 §	<p>Vilken användning och vilka gränser kvartersmarken ska ha. Betecknas med versaler.</p> <p>Precisering av bestämmelse. B: Bostäder, B₁: Gruppboende.</p> <p>Kombinationer av användning. BCH: Bostäder, Centrum, Detaljhandel.</p> <p>Användning i skilda plan. Sekundär användning anges inom parentes: (C).</p>
6 §	Reservation av mark som behövs för allmänna ändamål
9 §	Stängsel, utfart eller annan utgång mot allmän plats.
10, 13 §§	Reglera vegetation, markytans utformning och höjdläge.
11 § 1 p.	Exploateringens största och minsta omfattning. Anges i antingen procent eller fasta tal eller i kombination.
11 § 1 p., 16 § 1 p.	Begränsning av markens utnyttjande. Yta som begränsar att byggnad få uppföras eller att endas komplementbyggnad får uppföras.
11 § 1 p., 16 § 1 p.	Höjd på byggnaden. Nockhöjd, totalhöjd eller byggnadshöjd kan anges.
11 § 1 p., 16 § 1 p.	Takvinkel. Kan anges i exakt vinkel, minsta eller största vinkel samt ett intervall mellan minsta och största vinkel.
11 § 3 p.	Lägenhetsfördelning och storlek på lägenheter.
12 §, 14 § 4–5 p.	Skydd mot störningar från omgivning och klimat.
15 §	Ändrad lovplikt. Bör preciseras vad som avses.
16 § 1 p.	Placering av byggnad och tomt.
16 § 1 p.	Utförande och byggnadsteknik

Fortsätter på nästa sida

Tabell A.1 – Fortsättning från föregående sida

Lagrum (4 kap. PBL)	Beskrivning
16 § 1 p.	Utformning av byggnadsdelar. Kulör, fasad, material och typ av byggnad.
16 § 2 p.	Varsamhet av karaktärsdrag och värden.
16 § 3 p.	Skydd av kulturvärden.
16 § 4 p.	Rivningsförbud.
18 § 1 st.	Största och minsta fastighetsstorleken.
18 § 1 st	Markreservat för gemensamhetsanläggningar.
18 § 2 st. 1 p.	Fastighetsindelning.
18 § 2 st. 2-4 p.	Rättighetsområde. Servitut, ledningsrätt, gemensamhetsanläggningar etc. och de fastigheter som ska delta i gemensamhetsanläggningen.

TABELL A.2: Krav i 9 kap. 30 § 4p.
PBL som ska uppfyllas för bygglov
[7]

Lagrum (PBL)	Beskrivning
2 kap. 6§ 1 st. 1p.	Bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till stads- och landskapsbildningen, natur- och kulturvärdena på platsen och intresset av en god helhetsverkan.
2 kap. 6§ 1 st. 5p.	Bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till möjligheterna att hantera avfall.
2 kap. 6§ 3 st.	Bebyggelseområdets särskilda historiska, kulturhistoriska, miljömässiga och konstnärliga värden skyddas. Ändringar och tillägg ska göras varsamt med hänsyn till befintliga karaktärsdrag.
2 kap. 8§	Utformning av byggnadsverk under markyta får ej försvåra användningen av marken ovanför.
2 kap. 9§	Lokalisering, placering och utformning får inte påverka grundvatten eller omgivning som kan innebära fara för människors hälsa eller säkerhet

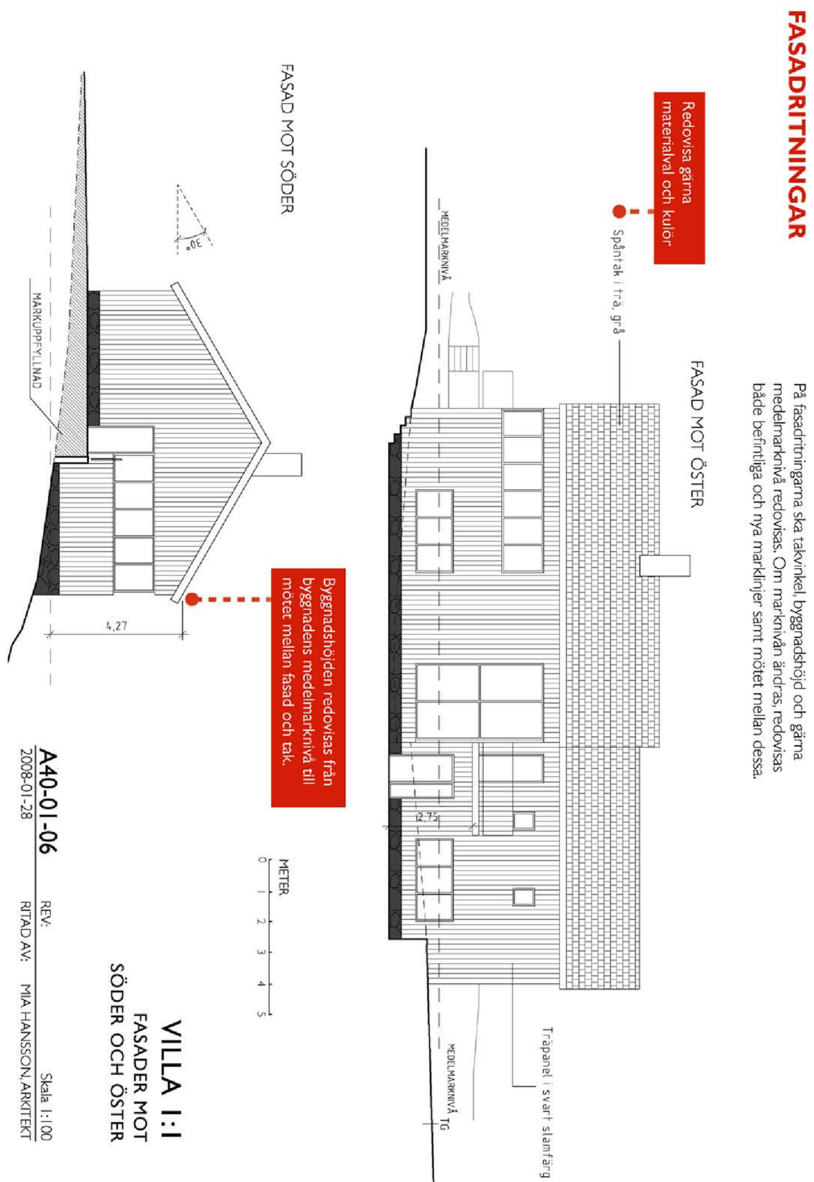
Fortsätter på nästa sida

Tabell A.2 – Fortsättning från föregående sida

Lagrum (PBL)	Beskrivning
8 kap. 1§	Lämplig för sitt ändamål, god form-, färg- och materialverkan samt tillgänglig och användbar för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga.
8 kap. 2§ 1 st.	Sätt som de kraven i 8 kap. 1§ ska uppfyllas på.
8 kap. 3§	Även anläggningar och skyltar/ljusanordningar kan omfattas av 8 kap. 1-2§§.
8 kap. 6§	Undantag gällande kraven i 8 kap. 1§ 3p. och 4§ 1 st. 8p.
8 kap. 7§	Anpassning och avstreg från 1 och 4 § vid ändring eller flyttning av byggnad.
8 kap. 9§ 1st.	Obebyggd tomt ska bebyggas med hänsyn till stads- eller landskapsbilden samt natur- och kulturvärdena på platsen. Lämpligt belägen utfart. Utrymme för parkering, lastning och lossning av fordon. Framkomlighet till byggnaden för personer med rörelse- och orienteringsförmåga samt begränsa risken för olycksfall.
8 kap. 9§ 2st.	På tomten eller i närheten ska det finnas utrymme för lek och utevistelse.
8 kap. 10§	9§ 1 st. 4p. och 2 st. gäller även för bebyggd tomt.
8 kap. 11§	8 kap. 9§ ska tillämpas om det vidtas ändringar av en byggnad på en bebyggd tomt som kräver lov enligt PBL eller föreskrifter i 16 kap. 7-8§§ PBL.
8 kap. 12§ 1 st.	9-11§§ ska i skälig utsträckning också tillämpas på allmänna platser och för områden med andra anläggningar än byggnader.
8 kap. 13§	En byggnad som är särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt får inte förvanskas.
8 kap. 17§	Ändring av en byggnad och flyttning av en byggnad ska utföras varsamt för att ta tillvara byggnadens tekniska, historiska, kulturhistoriska, miljömässiga och konstnärliga värden.
8 kap. 18§	17§ gäller även annan anläggning än byggnad som kräver bygglov.

B. Bilaga - Ritningar och planer

Ritningar och planer från Mittbygge [8]. Återgivna med tillåtelse.



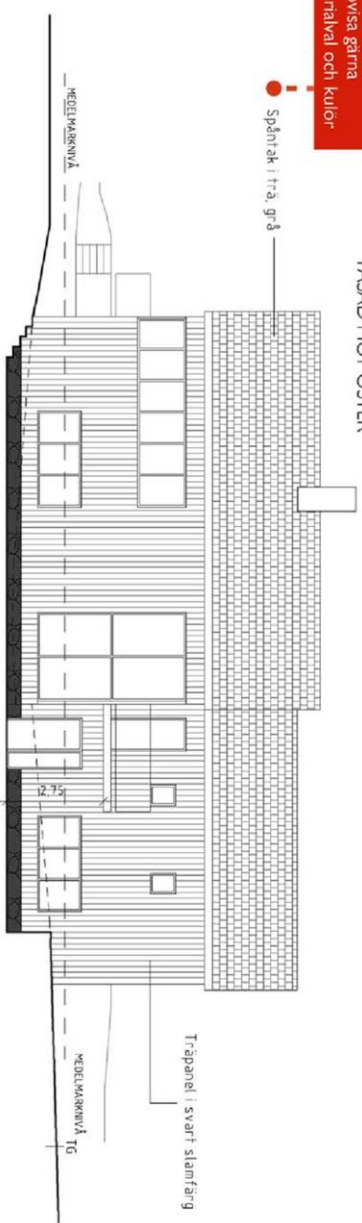
FASADRITNINGAR

På fasadritningarna ska takvinkel, byggnadshöjd och gärna medelmarknivå redovisas. Om marknivån ändras, redovisas både befintliga och nya marklinjer samt mötet mellan dessa.

Redovisa gärna
materialval och kulör

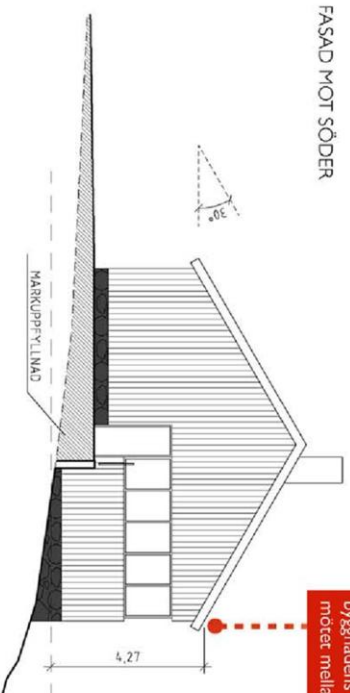
Spårtak i trä, grå

FASAD MOT ÖSTER



FASAD MOT SÖDER

Byggnadshöjden redovisas från
byggnadens medelmarknivå till
mötet mellan fasad och tak.



METER
0 1 2 3 4 5

VILLA I:1
FASADER MOT
SÖDER OCH ÖSTER

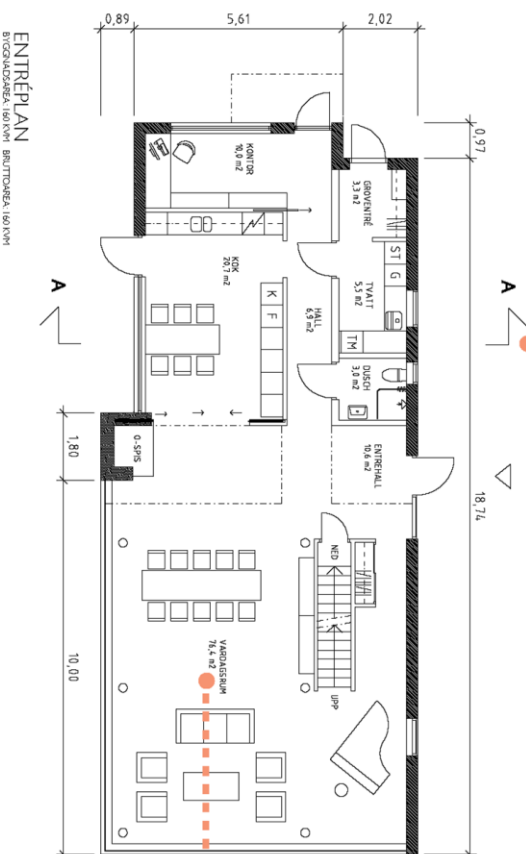
A40-01-06 REV: Skala 1:100
2008-01-28 RITAD AV: MIA HANSSON, ARKITEKT

PLANRITNINGAR

Måtten på planritningen ska anges med två decimaler.
Byggnadens area ska vara lätt att beräkna.
Entréplanet ska vara tillgängligt. Det innebär att
lutningen mellan parkeringsplatsen och entrédörren

maximalt får vara 1:20. På entréplanet ska det finnas
plats för kök, wc/dusch och sovrum.
Tank på att det kan vara svårt att hitta en teknisk
lösning på placering av eldstad i yttervägg.

Markera var sektionen
genom huset är tagen.



Angge rummets
funktion och yta.

ENTRÉPLAN
BYGGNADENBÅ 16010M BYTTORÅBÅ 16010M

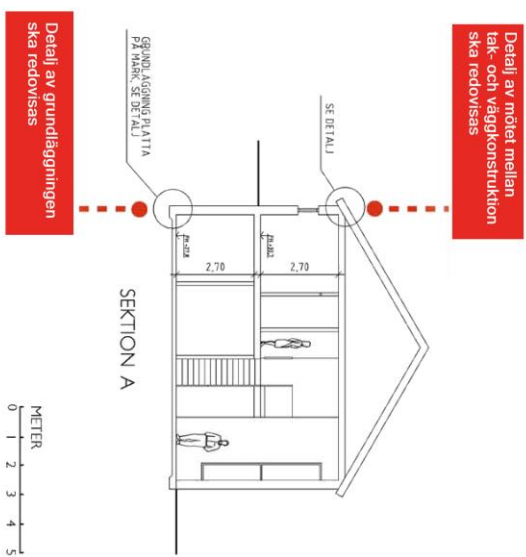
VILLA 1:1
ENTRÉPLAN

A40-01-01 Skala 1:100

Z008-01-28

SEKTIONSRTNING

Våningshöjder och färdig golvnivå (FG) visas i sektionen.



VILLA 1:1
SEKTION

A40-01-06 Skala 1:200
2008-02-12 REV: RITAD AV: MIA HANSSON,ARKITEKT

C. Bilaga - Krav på Ifc-modeller som ställs av norska Felletjenes-ter BYGG

TABELL C.1: Ifc-objekten och den information och attribut som krävs. Markerade O för obligatorisk och V för varning.

Ifc-objekt	Information kopplat till objekten	
IfcProject	<i>IfcGeometricRepresentationContext.TrueNorth</i> Offset mellan geografiskt norr och ritningens norr	O
	<i>IfcProjectedCRS.CRSName</i> EPSG koden för koordinatsystemet som används projektet/modellen	V
IfcSite	<i>IfcSite.RefLatitude</i> Breddgrad, avstånd från ekvatorn	V
	<i>IfcSite.RefLongitude</i> Längdgrad, avstånd från nollmeridianen	V
	<i>IfcSite.RefElevation</i> Höjd, höjd över normal vattennivå	V
	<i>IfcSite.LandTitleNumber</i> Fastighetsbeteckning	O
	<i>IfcPostalAddress.AddressLines</i> Postadress till egendom/byggarbetsplats	V
IfcBuilding	<i>Pset_BuildingCommon.GrossPlannedArea</i> Byggnadsarea	O
	<i>Pset_BuildingCommon.OccupancyType</i> Byggnadstyp	O
	<i>Pset_BuildingCommon.BuildingID</i> ByggnadsID	V
	<i>Qto_BuildingBaseQuantities.Height</i> Höjd till taknock	V
IfcBuildingStorey	<i>IfcBuildingStorey.LongName</i> Våning och våningsnummer	V
	<i>Pset_BuildingStoreyCommon.GrossPlannedArea</i> Bruttoarea	O

Fortsätter på nästa sida

Tabell C.1 – Fortsättning från föregående sida

IFC-objekt	Information kopplat till objekten	
	<i>Pset_BuildingStoreyCommon.NetPlannedArea</i> Bruksarea	O
IfcZone	<i>IfcZone.LongName</i> Bruksenhetsnummer	V
	<i>Pset_ZoneCommon.GrossPlannedArea</i> Bruttoarea	V
	<i>Pset_ZoneCommon.NetPlannedArea</i> Bruksarea	O
	<i>Pset_ZoneCommon.Reference</i> Zoner som ska användas till bruksenheten	O
IfcWindow	<i>Pset_WindowCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V
IfcDoor	<i>Pset_DoorCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V
IfcCovering	<i>Pset_CoveringCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V
IfcTransportElement	<i>textIfcTransportElement.PredefinedType</i> Typ av transport	O
IfcWall	<i>Pset_WallCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V
	<i>Pset_WallCommon.LoadBearing</i> Om elementet kan bära vikt eller ej, värde true eller false	V
IfcBeam	<i>Pset_BeamCommon.LoadBearing</i> Om elementet kan bära vikt eller ej, värde true eller false	V
IfcColumn	<i>Pset_ColumnCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V
	<i>Pset_ColumnCommon.LoadBearing</i> Om elementet kan bära vikt eller ej, värde true eller false	V
IfcSlab	<i>Pset_SlabCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V

Fortsätter på nästa sida

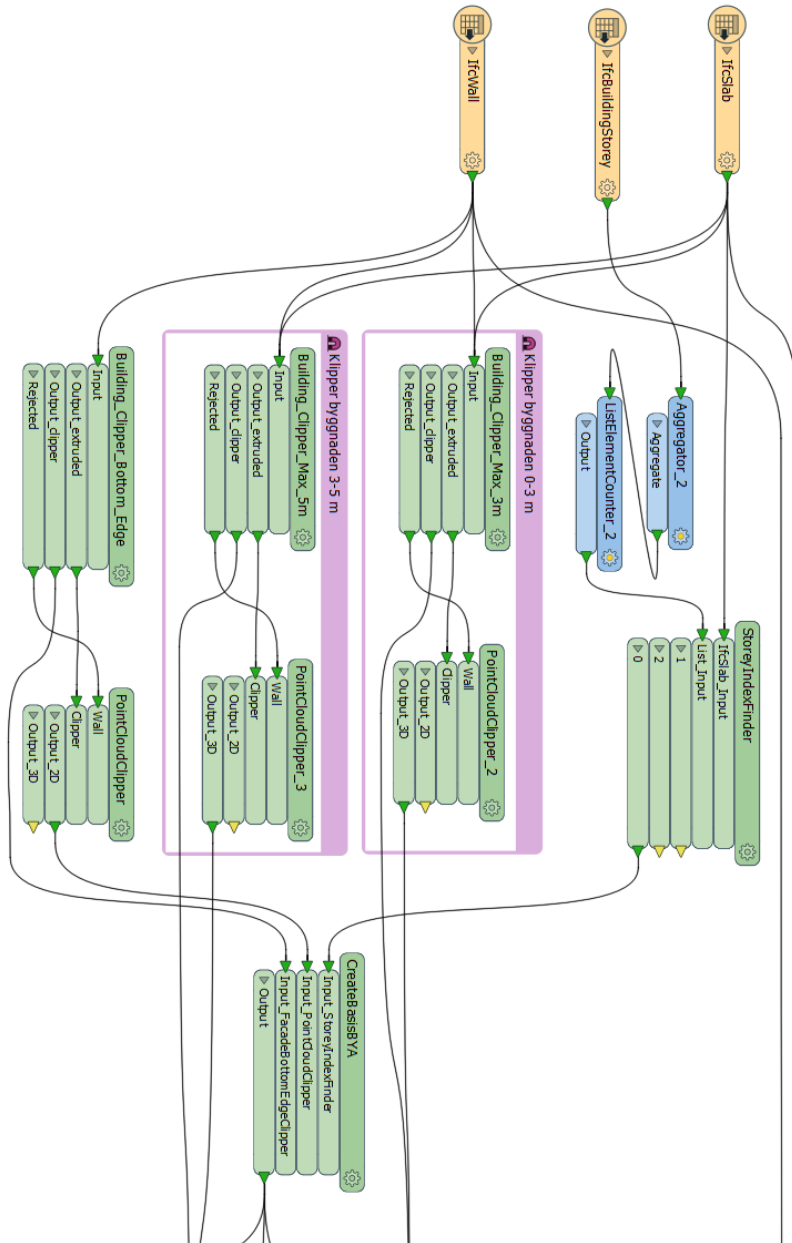
Tabell C.1 – Fortsättning från föregående sida

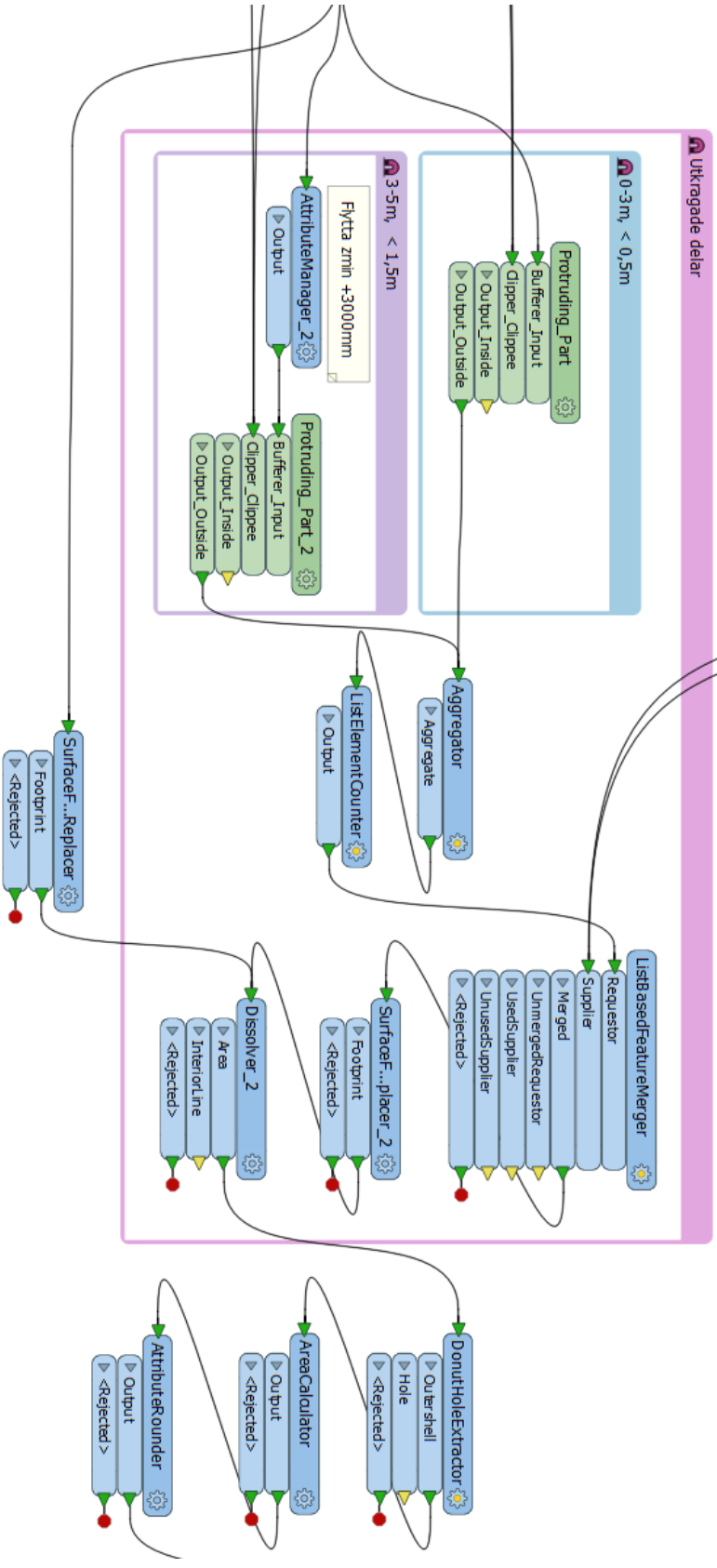
IFC-objekt	Information kopplat till objekten	
	<i>Pset_SlabCommon.LoadBearing</i> Om elementet kan bära vikt eller ej, värde true eller false	V
IfcStair	<i>Pset_StairCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V
IfcRamp	<i>Pset_RampCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V
IfcRailing	<i>Pset_RailingCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V
	<i>Pset_RailingCommon.Height</i> Höjd av element	V
IfcCurtainWall	<i>Pset_CurtainWallCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V
IfcRoof	<i>Pset_RoofCommon.IsExternal</i> Om byggnadsdel är utvändig eller invändig, värde true eller false	V

D. Bilaga - FME-skript

D.1 Automatisk beräkning - IFC-modell utan objekt för BYA

De gula elementen i figuren är Readers som läser in filen. De blå elementen är befintliga transformers i FME och de gröna är mindre skript med transformers.





Institutionen av naturgeografi och ekosystemvetenskap, Lunds Universitet.

Student examensarbete (Seminarieuppsatser) i geografisk informationsteknik. Uppsatserna finns tillgängliga på institutionens geobibliotek, Sölvegatan 12, 223 62 LUND. Serien startade 2010. Hela listan och själva uppsatserna är även tillgängliga på LUP student papers och via Geobiblioteket (www.geobib.lu.se).

Serie examensarbete i geografisk informationsteknik

1. Patrik Carlsson och Ulrik Nilsson (2010) Tredimensionella GIS vid fastighetsförvaltning
2. Karin Ekman och Anna Felleson (2010) Att välja grundläggande karttjänst – Utveckling av jämförelsemodell och testverktyg för utvärdering
3. Jakob Mattsson (2011) Synkronisering av vägdata-baser med KML och GeoRSS - En fallstudie i Trafikverkets verksamhet
4. Patrik Andersson and Anders Jürisoo (2011) Effective use of open source GIS in rural planning in South Africa
5. Nariman Emamian och Martin Fredriksson (2012) Visualisering av bygglovsärenden med hjälp av Open Source-verktyg - En undersökning kring hur man kan effektivisera ärendehantering med hjälp av en webbapplikation
6. Gustav Ekstedt and Torkel Endoff (2012) Design and Development of a Mobile GIS Application for Municipal Field Work
7. Karl Söderberg (2012) Smartphones and 3D Augmented Reality for disaster management - A study of smartphones ability to visualise 3D objects in augmented reality to aid emergency workers in disaster management
8. Viktoria Strömberg (2012) Volymberäkning i samhällsbyggnadsprojekt
9. Daniel Persson (2013) Lagring och webbaserad visualisering av 3D stadsmodeller - En pilotstudie i Kristianstad kommun
10. Lisette Danebjer och Magdalena Nyberg (2013) Utbyte av geodata - studie av leveransstrukturer enligt Sveriges kommuner och landstings objekttypskatalog
11. Alexander Quist (2013) Undersökning och utveckling av ett mobilt GISsystem för kommunal verksamhet

12. Nariman Emamian (2014) Visning av geotekniska provborrningar i en webbmiljö
13. Martin Fredriksson (2014) Integrering av BIM och GIS med spatiala databaser – En prestandaanalys
14. Niklas Krave (2014) Utveckling av en visualiseringsapplikation för solinstrålningsdata
15. Magdalena Nyberg (2015) Designing a generic user interface for distribution of open geodata: based on FME server technology
16. Anna Larsson (2015) Samredovisning av BIM- och GIS-data
17. Anton Lundkvist (2015) Development of a WEB GI System for Disaster Management
18. Ellen Walleij (2015) mapping in Agricultural Development – Introducing GIS at a smallholders farmers' cooperative in Malawi
19. Frida Christiansson (2016) Lagring av 3D - geodata - en fallstudie i Malmö Stad
20. Lisette Danebjer (2016) Methodology for creating and modifying distributed topologically structured geographical datasets
21. Jeanette Dunn Ekelund (2016) En jämförelse av algoritmer och resultat för flödesberäkning i QGIS/GRASS och ArcGIS
22. Ebba Gröndahl och Frida Thorman (2016) Verksamhetens optimala läge i staden och hur de är lokaliserade idag
23. Gunnar Rolander (2017) Datatransformation using linked data ontologies
24. Måns Andersson och Moa Eklöf (2017) Stilsättning av geografiska data
25. Josefine Axelsson (2018) Automatisering av bygglovsansökningsprocessen med stöd av BIM och GIS