Opas 3D-esineiden mallintamiseen

Osa 2: Rakennusten mallintaminen (LoD1, LoD2 ja LoD3)

Perustuu SIG3D Quality Working Group -ryhmän julkaisuun *”Modeling Guide for 3D Objects - Part 2: Modeling of Buildings (LoD1, LoD2, LoD3)”*

Versio 2.0.1 FI – Syyskuu 2015

http://www.sig3d.org
http://en.wiki.quality.sig3d.org

Dokumentin muutoshistoria

Versio	Päivämäärä	Tekijä(t)	Tila	Huomautuksia
1.0.0	2012-05	SIG 3D – Quality Working Group	Julkinen	Vain saksaksi
2.0.0 EN	2013-11	SIG 3D – Quality Working Group / EC, KHH	Julkinen	Englanninkielinen versio
2.0.1 EN	2014-11-11	SIG 3D – Quality Working Group / EC; (c) 2013-2014 Special Interest Group 3D (SIG3D) of the Spatial Data Infrastructure Germany (GDI-DE	Julkinen	Englanninkielinen PDF-versio
2.0.1 FI	2015-9	Antti Yli-Tainio, Anssi Savisalo	Julkinen	Suomennos englanninkielisestä versiosta

Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 2: Rakennusten mallintaminen (LoD1, LoD2 ja LoD3)

Sisällysluettelo

Dokumentin muutoshistoria....2
1 Johdanto....4
1.1 Rajaukset....4
1.2 Kohderyhmät....4
1.3 Tarvittavat ennakkotiedot....4
1.4 Lisätietoja....4
1.5 Dokumentin merkintätavat....4
2 Määritelmät ja määritykset....5
2.1 Tarkkuustasot (Building, BuildingPart)....5
2.2 Koordinaattijärjestelmän määrittely....6
2.3 Mallin rakenne....6
2.4 Korkeudet....7
2.5 Terrain Intersection Line....9
2.6 Ulkonevat rakennuksen osat....10
2.7 Toisissaan kiinni olevat rakennukset....11
2.8 Osoitteet....12
2.9 Koodiluettelot....13
2.10 Geneeriset ominaisuudet....14
2.11 Geometria....15
2.12 Tiedostojen nimeäminen....15
3 Mallintaminen....16
3.1 Perusmallinnus....16
3.1.1 Rakennus (*bldg:Building*)....16
3.1.2 Rakennuksen osa (*bldg:BuildingPart*)....19
3.1.3 Ulkokuoren rakennelmat (*bldg:BuildingInstallation*)....22
3.1.4 Maanvastaiset pinnat (*bldg:GroundSurface*)....25
3.1.5 Seinäpinnat (*bldg:WallSurface*)....27
3.1.6 Kattopinnat (*bldg:RoofSurface*)....30
3.1.7 Ulkoiset lattiapinnat (*bldg:OuterFloorSurface*)....32
3.1.8 Ulkoiset kattopinnat (*bldg:OuterCeilingSurface*)....34
3.1.9 Virtuaaliset rajapinnat (*bldg:ClosureSurface*)....36
3.1.10 Ovet (*bldg:Door*)....37
3.1.11 Ikkunat (*bldg:Window*)....39
3.2 Laajennettu mallintaminen....41
3.2.1 Parvekkeet....41
3.2.2 Loggiat....43
3.2.3 Läpikulut....46
3.2.4 Vinokaton pystyikkunat / Seinätason kattoikkunat....49
3.2.5 Arkadit / Arkkitraavit....51

1 Johdanto

1.1 Rajaukset

- Nämä mallinnussuositukset eivät yleensä ole tallennusmenetelmästä riippuvaisia. Tämä tarkoittaa samalla, että kyseessä **ei** ole oppikirja valmiiden mallien tuottamiseen.
- Tämä dokumentti kuvaa kolmiulotteisten esineiden mallintamista **olemassa olevan tiedon** perusteella. Mikäli käytössä oleva tieto on puutteellista – erityisesti mikäli tietoa kohteiden korkeudesta ei ole saatavilla – **mallinnusta ei tule tehdä**. Jos esimerkiksi parvekkeista on olemassa kaikki tarvittava tieto, tämä opas antaa standardoidun tavan niiden mallintamiseen. Muussa tapauksessa parvekkeita ei tule mallintaa.
- Suositukset liittyvät Open Geospatial Consortium:in (OGC) **CityGML-standardin versioihin 1.0 ja 2.0**.
- Tässä dokumentissa viitataan **saksan kansallisiin ja eurooppalaisiin standardeihin** (AdV, INSPIRE), jotka ovat vain osittain yleistettävissä.
- Tämä opas rajoittuu rakennusten **ulkokuorten** mallintamiseen, ts. rakennusten mallintamisen tarkkuustasolle LoD3 saakka.

1.2 Kohderyhmät

- Mallintajat
- Tiedonhaltijat
- Kehittäjät

1.3 Tarvittavat ennakkotiedot

- GML: Geography Markup Language
- CityGML: GML-sovellusskeema virtuaalisten 3D kaupunki- ja maisemamallien esittämiseen, tallentamiseen ja siirtämiseen.
- ALKIS: Official German Land Registry Information System

1.4 Lisätietoja

- CityGML 1.0 -spesifikaatio
- CityGML 2.0 -spesifikaatio
- Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1: Perusteet (säännöt GML-geometrioiden validointiin CityGML:ssä)
- GeoInfoDok V 6.0 - Modeling of the geoinformation of the official surveying and mapping of Germany (päädokumentti, vain saksaksi)
- ALKIS feature catalogue with building information (vain saksaksi)

1.5 Dokumentin merkintätavat

- **Ominaisuudet** on kirjoitettu *kursiivilla* ja niitä vastaava nimiavaruus on kirjoitettu **paksunnettuna**.
- **Esimerkit** on kirjoitettu `kiinteälevyisillä kirjaimilla`.

- **Linkit** muihin dokumentteihin ja oppaan muihin osiin on kirjoitettu sinisellä.
- Lauseet jotka koskevat vain osaa **tarkkuustasoista** (LoD) on merkitty (LoD[1234][+]), esimerkiksi merkintä (LoD1) tarkoittaa että asia koskee vain tarkkuustasoa 1, ja merkintä (LoD2+) että asia koskee tarkkuustasoa 2 ja sitä suurempia tarkkuustasoja.

2 Määritelmät ja määritykset

2.1 Tarkkuustasot (Building, BuildingPart)

SIG3D-ryhmän määritelmät:

- LoD0
  - Jokainen rakennus tai rakennuksen osa esitetään vaakasuoralla monikulmiolla (3D-koordinaateilla, 2,5D), joka kertoo perustuksen tai katon absoluuttisen korkeuden.
- LoD1
  - Jokaisen rakennuksen tai rakennuksen osan ulkokuori esitetään tasan yhtenä särmiömäisenä laatikkomallina. Lattia- ja pohjapintojen tulee olla vaakasuuntaisia, sivureunojen pintojen tulee olla pystysuuntaisia.
- LoD2
  - Jokaisen rakennuksen tai rakennuksen osan geometrisesti yksinkertaistettu ulkokuori esitetään pysty- ja vaakasuuntaisina ulkopintoina, ja yksinkertaistettuina kattopintoina. Kaikki pinnat (esim. maanvastaiset pinnat, seinäpinnat, kattopinnat, ulkoiset kattopinnat, ulkoiset lattiapinnat, virtuaaliset sulkupinnat) ja muut rakennelmat (esim. ulkokuoren rakennelmat kuten parvekkeet, vinokaton pystyikkunat ja savupiiput) voidaan esittää semanttisina esineinä.
- LoD3
  - Jokaisen rakennuksen tai rakennuksen osan geometrisesti tarkka ulkokuori esitetään tarkkoina ulkopintoina ja yksityiskohtaisina kattomuotoina. Kaikki pinnat (esim. maanvastaiset pinnat, seinäpinnat, kattopinnat, ulkoiset kattopinnat, ulkoiset lattiapinnat, virtuaaliset sulkupinnat) ja muut rakennelmat (esim. ulkokuoren rakennelmat kuten parvekkeet, vinokaton pystyikkunat ja savupiiput) voidaan esittää LoD2-tasoa tarkempina semanttisina esineinä. Lisäksi ovet ja ikkunat voidaan mallintaa temaattisina esineinä.
- LoD4
  - Jokaisen rakennuksen tai rakennuksen osan geometrisesti tarkat ulkokuori ja sisäosat esitetään tarkkoina ulko- ja sisäpintoina, ja yksityiskohtaisina kattomuotoina. Kaikki pinnat (esim. maanvastaiset pinnat, seinäpinnat, kattopinnat, ulkoiset kattopinnat, ulkoiset lattiapinnat, virtuaaliset sulkupinnat) ja muut liikuteltavat ja ei-liikuteltavat rakennelmat ja esineet (esim. ulkokuoren rakennelmat kuten parvekkeet, vinokaton pystyikkunat ja savupiiput, sekä sisustus ja huonekalut) voidaan esittää tarkempina semanttisina esineinä.

2.2 Koordinaattijärjestelmän määrittely

CityGML 2.0 suosittaa voimakkaasti koordinaattijärjestelmän määrittelemistä. Toimiva koordinaattijärjestelmä on tiedon järkevän käytön kannalta välttämätön. Tämän vuoksi jokaiselle gml-tiedostolle tulee määrittää koordinaattijärjestelmä:

- Koordinaattijärjestelmä tulee olla määritelty **kolmiulotteiseksi** (yleensä järjestelmä, jossa sijainti ja korkeus --> ks. Compound Coordinate Reference System).
- Koordinaattijärjestelmää **ei** tulisi vaihtaa saman instanssitiedoston sisällä.
- Koordinaattijärjestelmä tulisi määritellä kerran elementillä `<gml:Envelope>`.

Saksaa koskevia suosituksia: *ETRS89 / UTM / Vertausellipsoidi GRS80 + DHHN92*

CityGML-esimerkki:

```
<gml:boundedBy>
  <gml:Envelope srsDimension="3" srsName="urn:adv:crs:ETRS89_UTM32*DE_DHHN92_NH">
     <gml:lowerCorner srsDimension="3">458868.0 5438343.0 112.0 </gml:lowerCorner>
     <gml:upperCorner srsDimension="3">458892.0 5438362.0 117.0 </gml:upperCorner>
  </gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
```

ALKIS-esimerkki:

```
<gml:boundedBy>
   <gml:Envelope srsName="urn:adv:crs:ETRS89_UTM32">
      <gml:pos>367456.554 5718128.391</gml:pos>
      <gml:pos>367505.094 5718091.143</gml:pos>
   </gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
```

ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1

2.3 Mallin rakenne

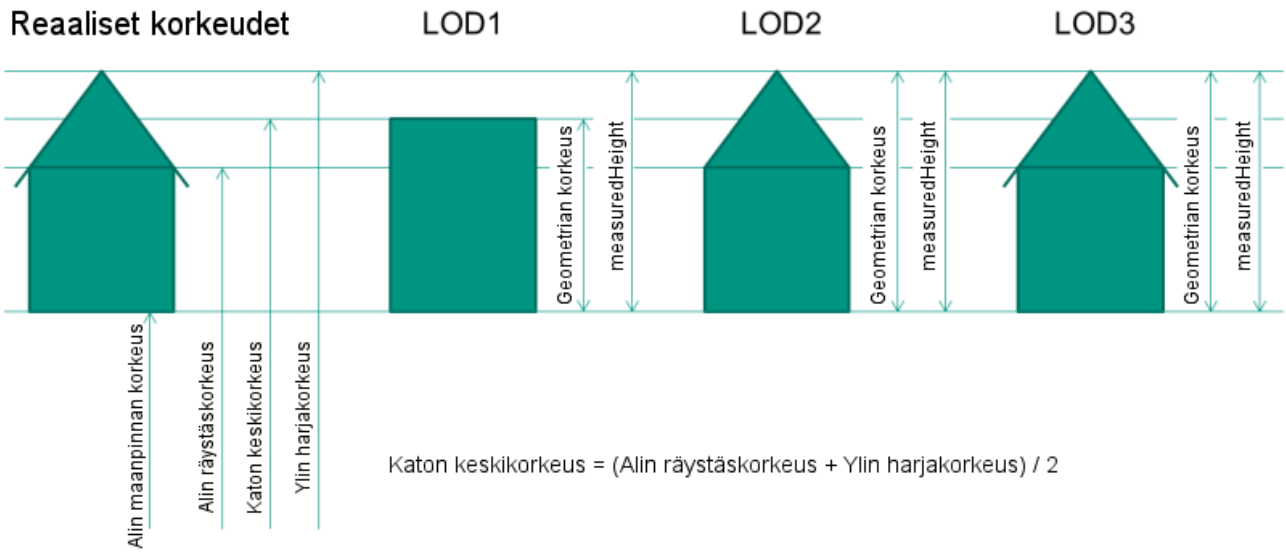
Elementin *core:CityModel* käyttöä ei ole seikkaperäisesti säädelty spesifikaatiossa tai skeemassa. Usean *core:CityModel* -elementin käyttö on skeeman mukaista ja hyväksytään validoinnissa. Kuitenkin, ristiriitojen välttämiseksi CityGML-malleja siirrettäessä on suositeltavaa, että käytetään **tasan yhtä** *core:CityModel* -elementtiä **juurielementtinä**.

2.4 Korkeudet

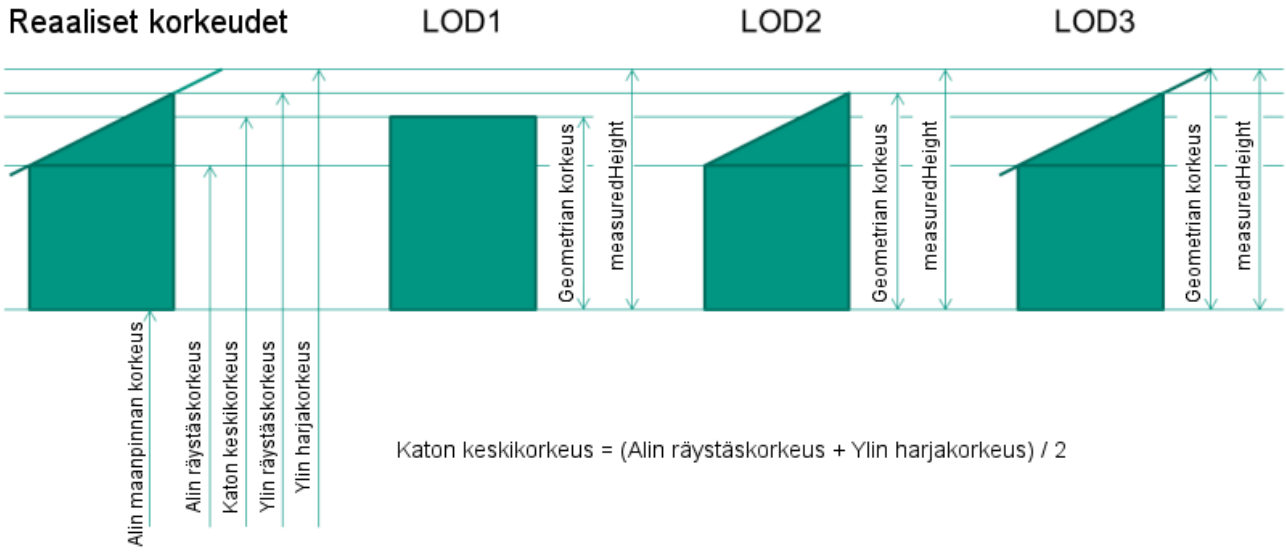
Ominaisuus *measuredHeight* on **mitattu** tai **laskettu** korkeusero rakennuksen ja maanpinnan alimman risteämiskohdan, sekä korkeimman kattopisteen välillä. Sille on voimassa seuraavaa:

- *measuredHeight* on **yksinkertainen** ominaisuus, eikä sitä ole mahdollista täsmentää tai määrittää tarkemmin;
- *measuredHeight* **viittaa aina todellisen** rakennuksen korkeuteen;
- *measuredHeight* **ei riipu käytetystä tarkkuustasosta**;
- Ominaisuuden *measuredHeight* **laskemisen** tulisi aina perustua **tarkimpaan mahdolliseen maastomalliin**.

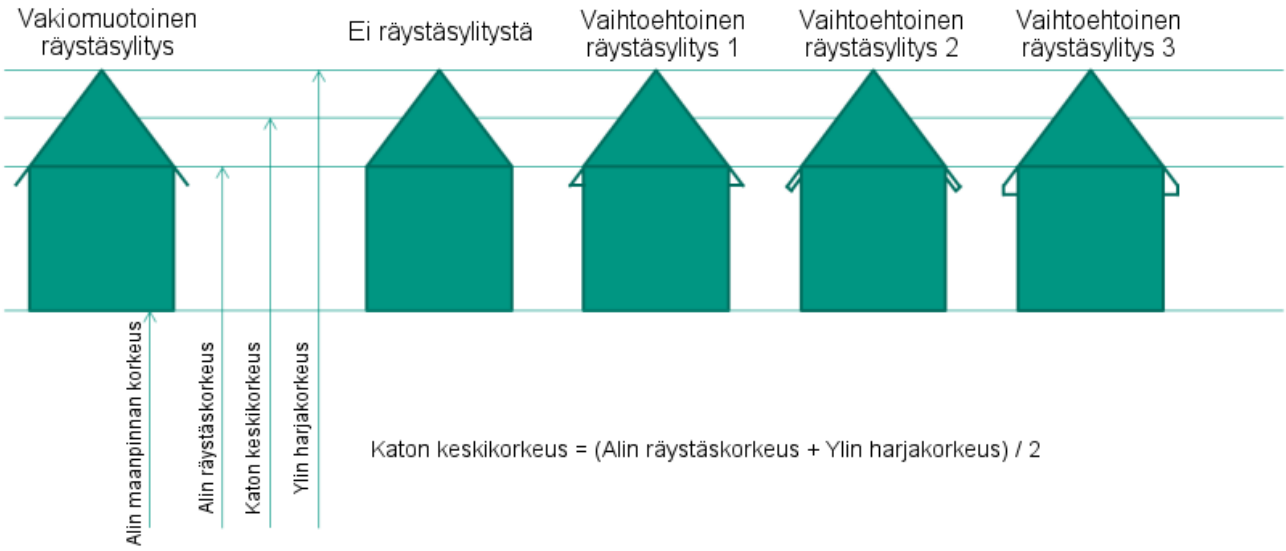
Alla olevat korkeudet ovat voimassa seuraaville kattotyypeille: tasakatto, harjakatto, aumakatto, puoliaumakatto, mansardikatto, pyramidikatto, sahakatto, holvikatto ja kupolikatto:



Alla olevat korkeudet ovat voimassa kaikenlaisille pulpettikatoille, eritasopulpettikatoille, ja tietyissä tilanteissa sahakatoille:



Alla olevat korkeudet ovat voimassa erilaisille räystäsylityksille:



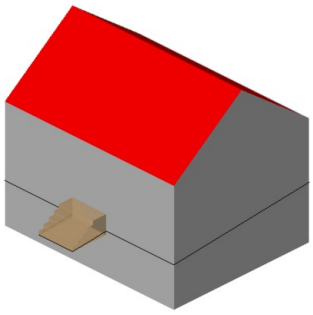
Jos tarvitaan tietoja em. korkeuksien absoluuttisista arvoista, ne voidaan määrittää geneerisinä ominaisuuksina (dimensioitu *gen:measureAttribute*):

- ```
  <gen:measureAttribute name="min height surface">
     <gen:value uom="#m">Value</gen:value>
  </gen:measureAttribute>
  ```
- ```
  <gen:measureAttribute name="min height eaves">
     <gen:value uom="#m">Value</gen:value>
  </gen:measureAttribute>
  ```
- ```
  <gen:measureAttribute name="max height eaves">
     <gen:value uom="#m">Value</gen:value>
  </gen:measureAttribute>
  ```
- ```
  <gen:measureAttribute name="max height ridge">
   <gen:value uom="#m">Value</gen:value>
  </gen:measureAttribute>
  ```

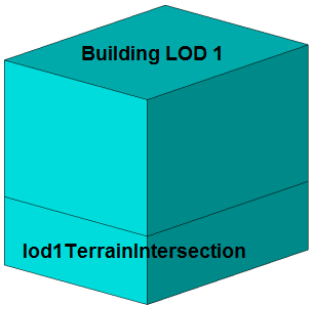
2.5 Terrain Intersection Line

CityGML:ssä Terrain Intersection Line (maaston leikkausviiva) on rakennuksen tai rakennuksen osan ominaisuus. Se generoidaan rakennuksen tai rakennuksen osan ja maaston yhtymäkohdan perusteella, ja sillä on seuraavat ominaisuudet:

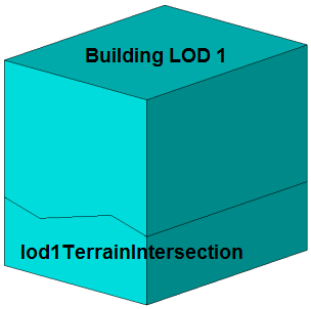
- Terrain Intersection Line voidaan määrittää **mittaamalla** tai **laskemalla**;
- Jos Terrain Intersection Line määritetään laskennallisesti, tulee käyttää **tarkinta saatavilla olevaa** maastomallia;
- Terrain Intersection Line on **rakennuksen tai rakennuksen osan ominaisuus**;
- ulkokuoren rakennelmat (*bldg:BuildingInstallation*) **otetaan huomioon** Terrain Intersection Line:a määrittäessä (ks. **kuvio A**);
- Terrain Intersection Line muodostetaan tietyn tarkkuustason (LoD) rakennuksen ja tarkimman mahdollisen maastomallin perusteella. CityGML:ssä Terrain Intersection Line on rakennuksen tai rakennuksen osan ominaisuus, eikä se liity visualisoinnissa käytetyn maastoon tai sen tarkkuuteen.
- Terrain Intersection Line voi koostua **useasta itsenäisestä osasta**;
- Terrain Intersection Line:n **ei tarvitse olla suljettu**;
- Terrain Intersection Line:ja, joita ei esiinny reaalimaailmassa, **ei oteta huomioon** (esim. rakennuksen osien osalta).



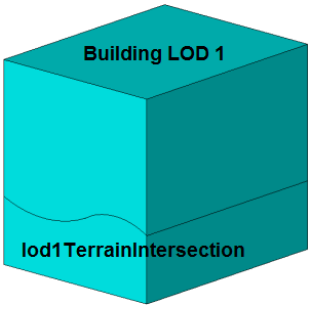
Kuvio A



Kuvio B



Kuvio C

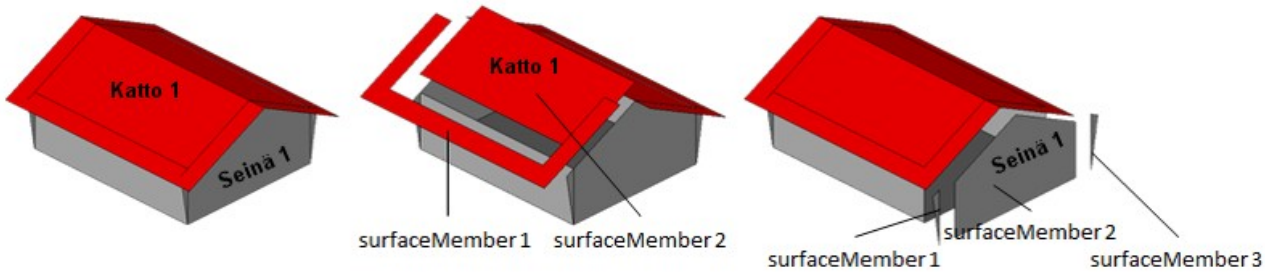


Kuvio D

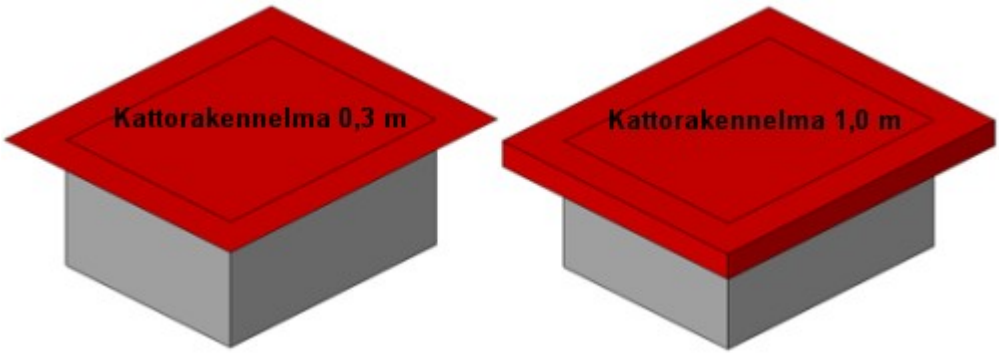
2.6 Ulkonevat rakennuksen osat

Ulkonevat rakennuksen osat määritellään esim. kattoihin ja seiniin kuuluviksi **osiksi**, joita **ei tulisi ottaa huomioon rakennuksen tilavuutta laskettaessa**. Ulkonevat rakennuksen osat mallinnetaan:

- aina kuten rakennuksen tilavuudelliset erilliset pintaelementit (ks. **kuvio A**)
- aina pelkistä pinnoista koostuvana elementtinä, jos rakenteen paksuus on alle 0.5 m (ks. **kuvio B**)
- aina kiinteänä elementtinä (Solid), jos rakenteen paksuus on yli 0.5 m (ks. **kuvio B**)
- Tarkkuustasolla LoD2 aina pintaelementeinä, jos rakenteen paksuus on alle 0.5 m
- Tarkkuustasolla LoD2 aina kiinteänä elementtinä, jos rakenteen paksuus on yli 0.5 m
- Tarkkuustasolla LoD3 aina tarkimmalla mahdollisella tavalla saatavissa olevan tiedon pohjalta.



Kuvio A

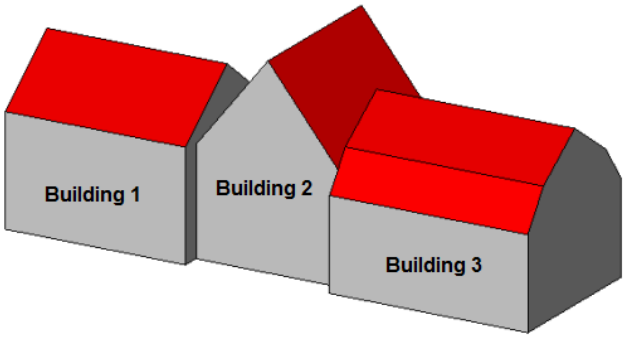


Kuvio B

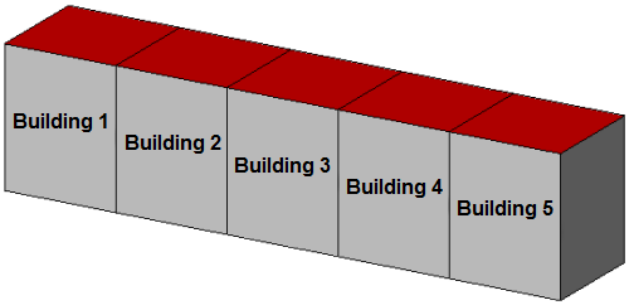
2.7 Toisissaan kiinni olevat rakennukset

Toisiinsa kiinni rakennetut rakennukset (pätee myös paritaloihin ja rivitaloihin) voidaan mallintaa seuraavasti:

- **Kiinteistörekisterissä erillisiksi merkityt** rakennukset tulisi mallintaa **erillisinä rakennuksina**.

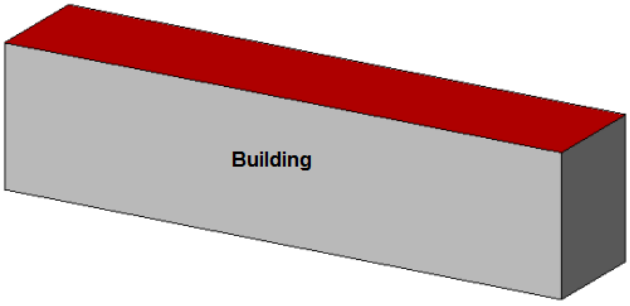


Toisiinsa kiinni rakennetut erilliset rakennukset

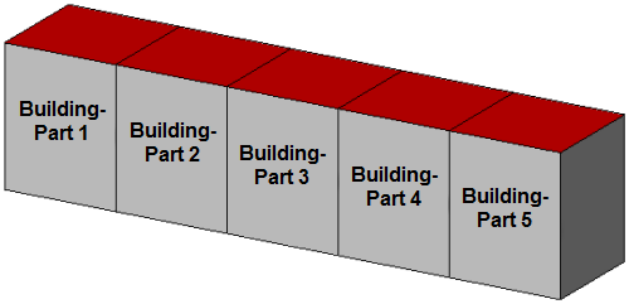


Erillisiksi rakennuksiksi merkityt rivitaloasunnot

- Rakennukset, jotka on **ilmoitettu samaksi rakennukseksi kiinteistörekisterissä**, tulisi mallintaa **yhtenä rakennuksena**, joka voidaan jakaa pienempiin osiin (esim. rakennusrivit, paritalot tai rivitalot).

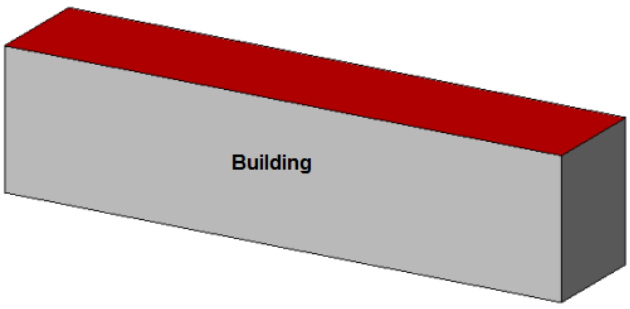


Rivitalo mallinnetaan yhtenä rakennuksena



Rivitalo jaettuna rakennuksen osiin

- Rakennukset, joista **ei ole tarkempaa tietoa kiinteistörekisterissä**, ja joista **ei saada tarkempaa tietoa havainnoimalla** (esim. lentokuvat) tulisi mallintaa **yhtenä rakennuksena**.



Rivitalo yhtenä rakennuksena

Rakennusten **rajapintojen** mallintamisen tulee täyttää seuraavat geometriset ja semanttiset ehdot:

- Yhteisiin rajapintoihin voidaan viitata **vain rakennuksen sisältä Xlink:n kautta** (rakennus – rakennuksen osa; rakennuksen osa – rakennuksen osa).

2.8 Osoitteet

- CityGML-spesifikaatio mahdollistaa osoitteen liittämisen sekä rakennukseen (*bldg:Building*, *bldg:BuildingPart*) että oveen (*bldg:Door*). On suositeltavaa **aina liittää osoite rakennukseen** (kaikilla tarkkuustasoilla) sillä ovet eivät ole käytössä tarkkuustasoilla LoD1 ja LoD2.
- On suositeltavaa käyttää täysipituista **postiosoitetta**.
- Yhteen rakennukseen voidaan liittää **monta eri osoitetta**.
- **Ääkkösten** käyttäminen osoitteissa on sallittua (esim. ”Würzburg”, ”Wuerzburg”, mutta ei ”Würzburg ja Wuerzburg” yhdistettynä).

Yleinen esimerkki:

```
Katu:            Hermann-von-Helmholtz-Platz
Talonumero:      1
Postinumero:     76344
Kaupunki:        Eggenstein-Leopoldshafen
```

CityGML-esimerkki:

```
<core:Address>
   <core:xalAddress>
      <xAL:AddressDetails>
         <xAL:Locality Type="Town">
            <xAL:LocalityName>Eggenstein-Leopoldshafen</xAL:LocalityName>
            <xAL:Thoroughfare Type="Street">
               <xAL:ThoroughfareNumber>1</xAL:ThoroughfareNumber>
               <xAL:ThoroughfareName>Hermann-von-Helmholtz-Platz</xAL:ThoroughfareName>
            </xAL:Thoroughfare>
            <xAL:PostalCode>
               <xAL:PostalCodeNumber>76344</xAL:PostalCodeNumber>
            </xAL:PostalCode>
         </xAL:Locality>
      </xAL:AddressDetails>
   </core:xalAddress>
</core:Address>
```

2.9 Koodiluettelot

CityGML 2.0 -standardin koodiluettelot ovat saatavilla osoitteessa "http://www.sig3d.org/codelists/standard".

Tässä mallinnusoppaassa viitataan koodiluetteloiden osalta SIG3D-ryhmän suosituksiin. Nämä ALKIS-järjestelmää mukailevat koodiluettelot ovat saatavilla (vain saksaksi) osoitteessa "http://www.sig3d.org/codelists/Handbuch-SIG3D".

Tässä oppaassa viitataan seuraaviin koodiluetteloihin:

- Rakennus ja rakennuksen osat (*bldg:Building / bldg:BuildingPart*)
  - class http://www.sig3d.org/codelists/Handbuch-SIG3D/building/2.0/CL-V1.0/_AbstractBuilding_class.xml
  - function http://www.sig3d.org/codelists/Handbuch-SIG3D/building/2.0/CL-V1.0/_AbstractBuilding_function.xml
  - usage http://www.sig3d.org/codelists/Handbuch-SIG3D/building/2.0/CL-V1.0/_AbstractBuilding_usage.xml
  - roofType http://www.sig3d.org/codelists/Handbuch-SIG3D/building/2.0/CL-V1.0/_AbstractBuilding_roofType.xml
- Ulkokuoren rakennelmat (*bldg:BuildingInstallation*)
  - function http://www.sig3d.org/codelists/Handbuch-SIG3D/building/2.0/CL-V1.0/BuildingInstallation_function.xml

2.10 Geneeriset ominaisuudet

Geneerisiä (käyttäjän määrittämiä) ominaisuuksia voidaan käyttää esittämään ominaisuuksia, joita **ei muuten kateta CityGML:n skeemassa**. Geneerisiä ominaisuuksia tulee käyttää varoen; niitä tulee käyttää vain ominaisuuksille, joille ei ole jo olemassa valmista ominaisuutta CityGML-skeemassa. Muussa tapauksessa voi ilmetä ongelma semanttisessa yhteensopivuudessa. Geneeristen ominaisuuksien **yhteensopivuutta heikentää** se, että ne ovat tulkittavissa vain ylimääräisen, ulkoisen tiedon avulla. Käytössä ovat seuraavat ominaisuustyypit:

- *stringAttribute* – vapaavalintaisille merkkijonoille
- *intAttribute* – dimensiottomille kokonaisluvuille
- *doubleAttribute* – dimensiottomille liukuluvuille
- *dateAttribute* – päivämäärille, jotka koostuvat kokonaisluvusta vuodelle, kuukaudelle ja päivälle. Päivämäärä esitetään muodossa VVVV-KK-PP (esim. 2013-08-27)
- *uriAttribute* - Uniform Resource Identifier Reference (URI) -viittaus (esim. linkki dokumenttiin tai verkkosivulle)
- *measureAttribute* - dimensioiduille arvoille (CityGML 2.0)

Ominaisuuksia voidaan CityGML 2.0:ssa yhdistää geneerisiksi ominaisuusjoukoiksi (***genericAttributeSet***), jolla voi olla ***codeSpace***-ominaisuus. Jos ***codeSpace***-ominaisuus on määritelty, tulisi sen arvon kertoa ominaisuusjoukon määrittäjä, kuten organisaatio tai yhteisö. Geneerinen ominaisuusjoukko voi sisältää vapaasti määrättäviä geneerisiä ominaisuuksia.

CityGML-esimerkki:

```
<gen:stringAttribute name="construction">
   <gen:value>concrete</gen:value>
</gen:stringAttribute>
<gen:intAttribute name="entries">
   <gen:value>3</gen:value>
</gen:intAttribute>
<gen:doubleAttribute name="floor area ratio FAR">
   <gen:value>0.33</gen:value>
</gen:doubleAttribute>
<gen:dateAttribute name="approval date">
    <gen:value>2012-03-09</gen:value>
</gen:dateAttribute>
<gen:uriAttribute name="website ">
   <gen:value>http://www.sig3d.org</gen:value>
</gen:uriAttribute>
<gen:measureAttribute name="building width">
   <gen:value uom="#m">10.00</gen:value>
</gen:measureAttribute>


<gen:genericAttributeSet name="Base Quantities">
   <gen:measureAttribute name="Height">
      <gen:value uom="#m">9.00</gen:value>
   </gen:measureAttribute>
   <gen:measureAttribute name="Area">
      <gen:value uom="#m2">80.00</gen:value>
   </gen:measureAttribute>
   <gen:measureAttribute name="Volume">
      <gen:value uom="#m3">720.00</gen:value>
   </gen:measureAttribute>
</gen:genericAttributeSet>
```

2.11 Geometria

CityGML:lle **ei ole olemassa GML-profiilia**. Tämä tarkoittaa, että CityGML-instanssitiedostot validoituvat minkä tahansa GML-geometrian kanssa. Spesifikaatio **rajoittaa** GML-geometrialuokkien käyttöä (CityGML 2.0 liite D, "Overview of employed GML3 geometry classes”). CityGML viittaa seuraaviin geometrialuokkiin (**CityGML 2.0, liite D**):

Abstrakti luokka	**Instantoitu luokka**	**Muita rajoituksia**
gml:_Solid	gml:**Solid**	vain *gml:OrientableSurface, gml:Polygon, gml:CompositeSurface,* *tex:TexturedSurface* (vanhentunut)
	gml:**CompositeSolid**	ei rajoitusta
ml:_Surface	gml:**Polygon**	vain *gml:**LinearRing*** ja *gml:**Ring*** yhdessä *gml:LineString* tai *gml:CompositeCurve kanssa*
	gml:**OrientableSurface**	ei rajoitusta
	tex:TextureSurface	vanhentunut
	gml:**CompositeSurface**	vain *gml:OrientableSurface, gml:Polygon, gml:CompositeSurface* *tex:TexturedSurface* (vanhentunut)
	gml:**TriangulatedSurface**	ei rajoitusta
	gml:**Tin**	ei rajoitusta
gml:_Curve	gml:**LineString**	ei rajoitusta
	gml:**CompositeCurve**	vain *gml:LineString* ja *gml:CompositeCurve*
gml:_GeometricPrimitive	gml:**Point**	ei rajoitusta
gml:_Coverage	gml:**RectifiedGridCoverage**	ei rajoitusta
gml:_AbstractGeometricAggregate	gml:**MultiSolid**	ei rajoitusta
	gml:**MultiSurface**	vain *gml:OrientableSurface, gml:Polygon, gml:CompositeSurface,* *tex:TexturedSurface* (vanhentunut)
	gml:**MultiCurve**	vain *gml:LineString* ja *gml:CompositeCurve*
	gml:**MultiPoint**	ei rajoitusta
	gml:**GeometricComplex**	Rajoitettu yhtenäisiin lineaarisiin verkkoihin
	gml:**MultiGeometry**	rajoitukset: ks. sallitut geometriatyypit

Jotta instanssitiedostot pysyvät pieninä, ja mallien muokattavuus mahdollisimman hyvänä, tulisi käyttää mahdollisimman suuria, tasomaisia monikulmioita, tarvittaessa kolojen (sisäkehien) kanssa.

2.12 Tiedostojen nimeäminen

CityGML-tiedostot suositellaan nimeämään *.gml -päätteellä, jotta ne erottuvat muista XML-tiedostoista.

3 Mallintaminen

3.1 Perusmallinnus

Perusmallinnus sisältää **rakennuksen ja rakennuksen osien** mallintamisen tarkkuustasolla LoD1, sekä tarvittavien **rajapintojen** määrittämisen tarkkuustasoilla LoD2 ja LoD3, sekä **ikkunoiden ja ovien** mallintamisen tarkkuustasolla LoD3. Lisäksi perusmallinnus kattaa **ulkokuoren rakennelmien** käytön yleisperiaatteet.

3.1.1 Rakennus (*bldg:Building*)

3.1.1.1 Määritelmä

SIG3D: Vapaasti seisova itsekantava rakenne, joka on katettu, ja jossa on yleensä seinät, johon ihmiset voivat mennä sisälle ja joka on yleensä tarkoitettu pysymään paikallaan. Se on tarkoitettu ihmisten oleskeluun (esim. työ- tai vapaa-ajankäyttö), asumista varten ja/tai suojaksi ihmisille, eläimille tai tavaroille.
ISO: Rakennuksen yksi päätarkoituksista on tarjota suojaa asukkailleen tai sisällölleen; yleensä osittain tai kokonaan suljettu ja suunniteltu olemaan pysyvästi yhdessä paikassa.

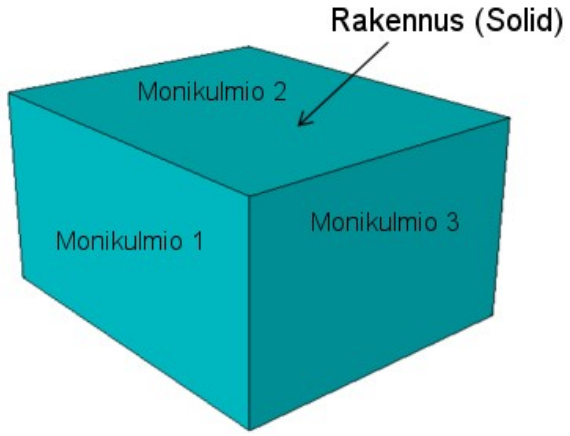
3.1.1.2 CityGML-kohdetyyppi

bldg:Building

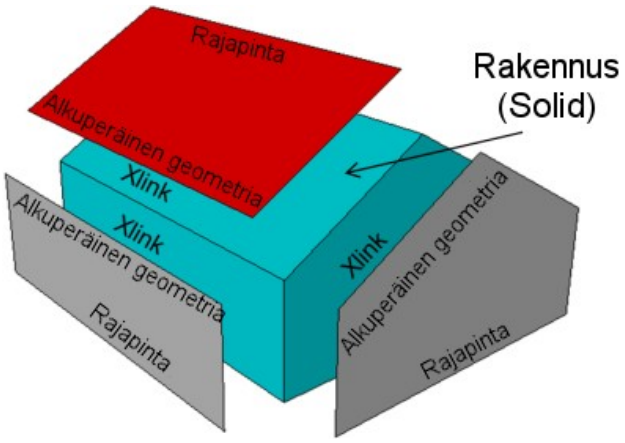
3.1.1.3 Geometria

gml:Solid ks. Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1
Elementtiä ***gml:Solid*** suositellaan käytettävän seuraavilla tavoilla, riippuen tarkkuustasosta:

- Tasolla LoD1 kiinteä kappale sisältää suoraan rajaavan geometrian (**kuvio A**)
- Tasoilla LoD2 ja LoD3 Solid-elementti sisältää ulkoisia viittauksia (Xlink) rajaaviin geometrioihin (seinäpinnat, kattopinnat, maanvastaiset pinnat, ulkoiset kattopinnat, ulkoiset lattiapinnat, ja sulkupinnat kuten ovet ja ikkunat) (**kuvio B**) (ks. myös yhdenmukaisuusvaatimus nro. 4 CityGML V2.0 -spesifikaation luvussa 10.3.9)



Kuvio A



Kuvio B

***gml:MultiSurface* (ei suositella)**
***gml:MultiCurve* (ei suositella)**

3.1.1.4 Ominaisuudet

***gml:id* (pakollinen)**
GML:n versiosta 3.2 eteenpäin yksilöivä tunniste (id) on pakollinen

***gml:name* (suositellaan, jos tieto on saatavilla käytetyssä kiinteistörekisteristä)**
'name' on rakennuksen erisnimi tai tunnistenimi

***bldg:class* (LoD1, LoD2, LoD3)**
Ominaisuus *bldg:class* mahdollistaa rakennuksen tarkemmin määrittelemättömän luokittelun; ei suositusta SIG3D-ryhmältä

***bldg:function* (LoD1, LoD2, LoD3) (suositellaan)**
Rakennuksen ominaisuus 'function' on rakennelman pääasiallinen käyttötarkoitus tiedon tallennushetkellä; ks. myös SIG3D-ryhmän koodiluettelot

***bldg:usage* (LoD1, LoD2, LoD3) (suositellaan ehdollisesti)**
Ominaisuus 'usage' kuvaa rakennuksen käyttöä, ja voi sisältää useita käyttötarkoituksia, ilmoitettuna prosenttiosuutena kokonaiskäytöstä

***bldg:yearOfConstruction* (LoD1, LoD2, LoD3) (suositellaan)**
Ominaisuus 'yearOfConstruction' on rakennuksen valmistumis- tai muutosvuosi

***bldg:yearOfDemolition* (LoD1, LoD2, LoD3)**
Ominaisuus 'yearOfDemolition' on rakennuksen purkamisvuosi

***bldg:roofType* (LoD1, LoD2, LoD3) (suositellaan)**
Ominaisuus 'roofType' kuvaa rakennuksen katon muotoon perustuvan kattotyypin; ks. myös SIG3D-ryhmän koodiluettelo

***bldg:measuredHeight* (LoD1, LoD2, LoD3) (suositellaan)**
Ominaisuus 'measuredHeight' on ero metreinä korkeimman kattopisteen ja rakennuksen pohjaksi määritellyn osan välillä; ks. myös luku Korkeudet

***bldg:storeysAboveGround* (LoD1, LoD2, LoD3) (suositellaan, jos tieto on saatavilla käytetystä kiinteistörekisteristä)**
Ominaisuus 'storeys above ground' on maanpäällisten kerrosten lukumäärä

***bldg:storeysBelowGround* (LoD1, LoD2, LoD3) (suositellaan, jos tieto on saatavilla käytetystä kiinteistörekisteristä)**
Ominaisuus 'storeys below ground' on maanalaisten kerrosten lukumäärä

***bldg:storeysHeightsAboveGround* (LoD1, LoD2, LoD3)**
Kahden peräkkäisen maanpäällisen kerroksen korkeusero

***bldg:storeysHeightsBelowGround* (LoD1, LoD2, LoD3)**
Kahden peräkkäisen maanalaisen kerroksen korkeusero

***bldg:lodXSolid* (LoD1, LoD2, LoD3)**
Rakennuksen geometria (tilavuus) tietyllä tarkkuustasolla (LoDX)

***bldg:lodXMultiSurface* (LoD1, LoD2, LoD3) (ei suositella)**
Rakennuksen pintageometria tietyllä tarkkuustasolla (LoDX)

***bldg:lodYMultiCurve* (LoD2, LoD3) (ei suositella)**
Rakennuksen viivageometria tarkkuustasolla LoDY

***bldg:lodXTerrainIntersection* (LoD1, LoD2, LoD3)**
Rakennuksen Terrain intersection line:n viivageometria tarkkuustasolla LoDX

***bldg:outerBuildingInstallation* (LoD2, LoD3)**
Viittaus tarkkuustason LoD2/LoD3 ulkokuoren rakennelmaan

***bldg:boundedBy* (LoD2, LoD3)**
Viittaus rajapintoihin (seinäpinnat, kattopinnat, maanvastaiset pinnat, ulkoiset kattopinnat, ulkoiset lattiapinnat, ja virtuaaliset sulkupinnat)

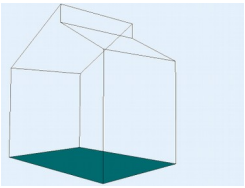
***bldg:consistsOfBuildingPart* (LoD1, LoD2, LoD3)**
Viittaus rakennuksen osiin tasoilla LoD1/LoD2/LoD3

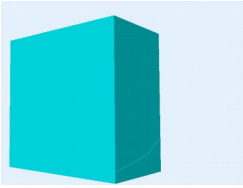
***bldg:address* (LoD1, LoD2, LoD3)**
Viittaus yhteen tai useampaan rakennuksen osoitteeseen

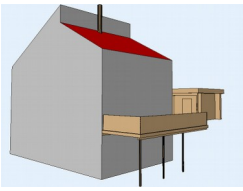
3.1.1.5 Esimerkkejä

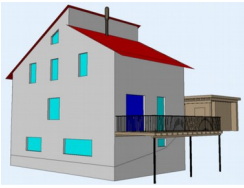
Omakotitalo

Todellinen rakennus


CityGML LOD0


CityGML LOD1


CityGML LOD2


CityGML LOD3

3.1.2 Rakennuksen osa (*bldg:BuildingPart*)

3.1.2.1 Määritelmä

SIG3D: Rakennuksen osa muodostaa koko rakennuksesta erottuvan fyysisesti, toiminnallisesti tai ajallisesti homogeenisen kokonaisuuden, jota voitaisiin myös pitää erillisenä rakennuksena.

Rakennus voidaan jakaa osiin erilaisilla kriteereillä, esimerkiksi:

- rakenteellisilla kriteereillä, kuten kerrosten lukumäärä, kattotyyppi, korkeus, rakennusmenetelmä
- hallinnollisilla kriteereillä, kuten käyttötarkoitus, omistajuus, rakennusvuosi

Rakennusten osien (*bldg:BuildingParts*) tulee täyttää seuraavat (välttämättömät) ehdot:

- Rakennuksen osalla on **aina** suhde (*bldg:consistsOfBuildingPart*) **tasan yhteen** rakennukseen
- Rakennukset ja rakennuksen osat **koskettavat toisiaan** tasomaisesti tai lineaarisesti.
- Rakennuksen osien täytyy olla **yhteydessä maahan**, ja niillä voi tai tulee olla seuraavia **ominaisuuksia** (esim. kerrokset eivät ole rakennuksen osia):
  - Rakennuksen osilla voi olla eri **ominaisuuksia** (esim. käyttötarkoitus, kattotyyppi)
  - Rakennuksen osilla voi olla osoite, joka **eroaa** koko rakennuksen osoitteesta,
  - Rakennuksen osien (*bldg:BuildingParts*) geometriat tulee mallintaa siten, että sekä niiden **tilavuus** että **rajapinnat** (seinäpinnat, kattopinnat ja maanvastaiset pinnat vastaavat todellisuutta (ks. luku ”Rakennuksen osa” / ”Geometria”),
  - Jos rakennuksen osa on koko **rakennuksen pääasiallinen osa**, sen semantiikka ja geometria voidaan mallintaa rakennuksen osien vanhempana toimivassa rakennuksessa (*bldg:Building*)
  - Rakennuksen osia ei voi jakaa enää eteenpäin uusiksi rakennuksen osiksi (*bldg:BuildingParts*)

3.1.2.2 CityGML kohdetyyppi

bldg:BuildingPart

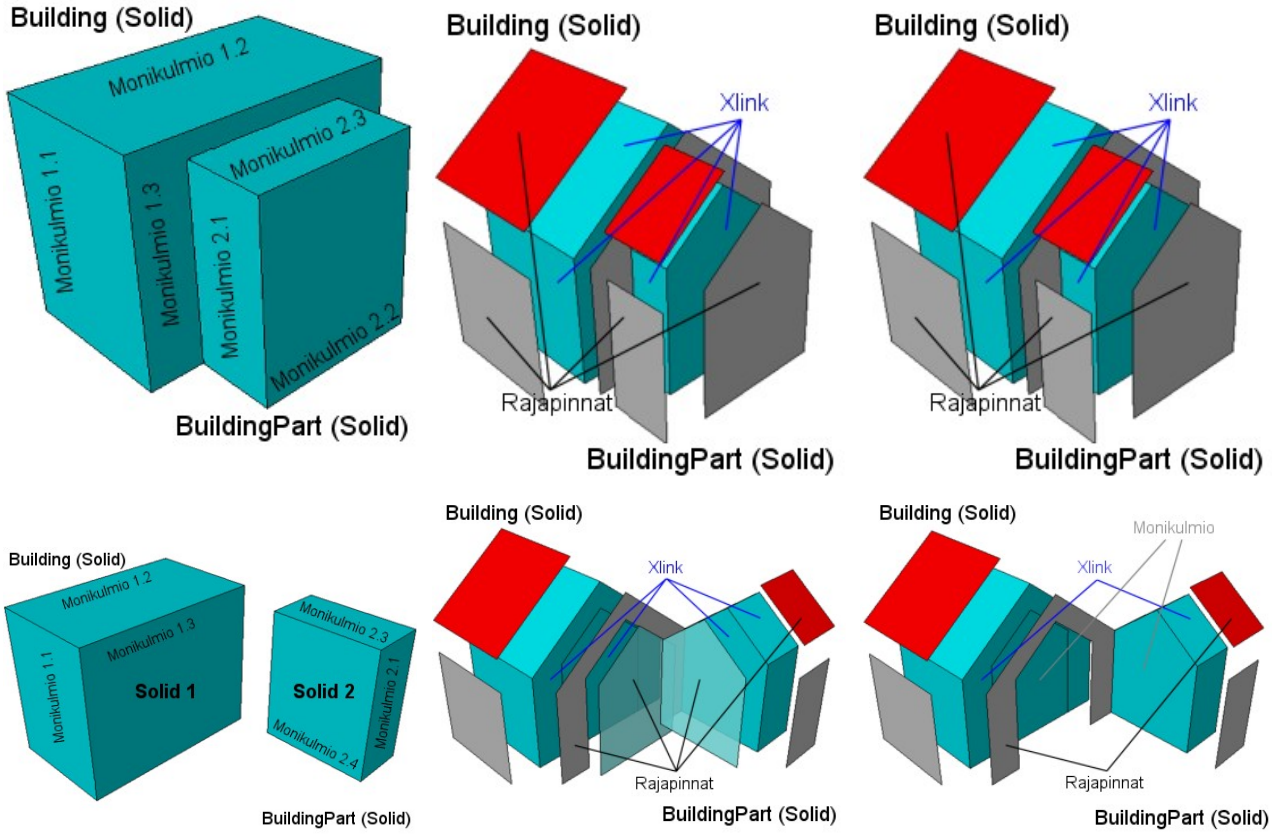
3.1.2.3 Geometria

gml:Solid

ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1

Elementtiä ***gml:Solid*** suositellaan käytettäväksi tarkkuustasosta (LoD) riippuen seuraavalla tavalla:

- Tasolla LoD1 kiinteä kappale sisältää suoraan rajaavan geometrian (**kuvio A**)
- Tasoilla LoD2 ja LoD3 kiinteä kappale sisältää ulkoisia viittauksia (Xlink) rajaaviin geometrioihin (seinäpinnat, kattopinnat, maanvastaiset pinnat, ulkoiset kattopinnat, ulkoiset lattiapinnat, ja sulkupinnat kuten ovet ja ikkunat). Virtuaaliset, **todellisuudessa esiintymättömät pinnat** mallinnetaan sulkupintoina (**kuvio B**).
- Tasolla LoD2 kiinteä kappale sisältää ulkoisia viittauksia (Xlink) rajaaviin geometrioihin. **Todellisuudessa esiintymättömät pinnat** mallinnetaan sulkupintoina ja liitetään suoraan kyseiseen rakennuksen osaan (**kuvio C**).



Kuvio A Kuvio B Kuvio C

bldg:boundedBy **(LoD2, LoD3)**

Viittaukset rajapintoihin (seinäpinnat, kattopinnat, maanvastaiset pinnat, ulkoiset kattopinnat, ulkoiset lattiapinnat, ja virtuaaliset sulkupinnat)

gml:MultiSurface **(ei suositella)**

gml:MultiCurve **(ei suositella)**

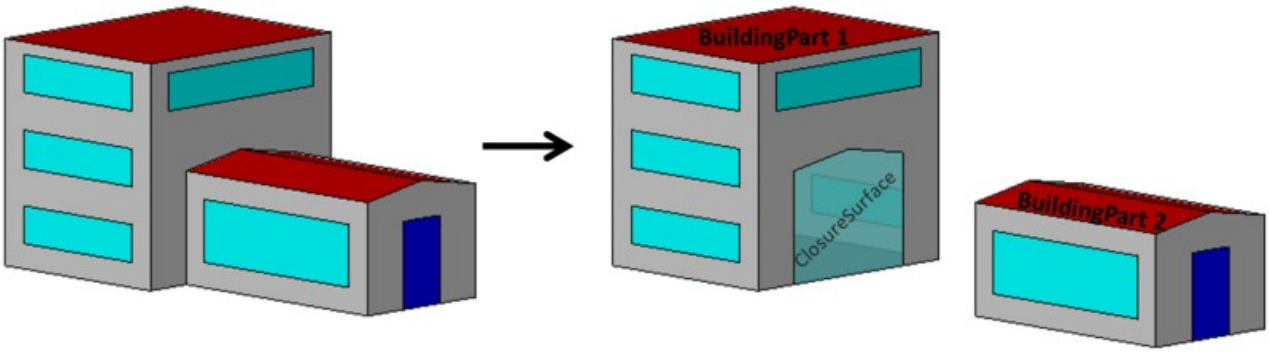
3.1.2.4 Ominaisuudet

Koska rakennuksen osa (*bldg:BuildingPart*) periytyy itse rakennuksesta (*bldg:Building*), kaikki tämän rakennuksen ominaisuudet ovat käytettävissä myös rakennuksen osille (ks. luvun ”Rakennus” / ”Ominaisuudet”).

Poikkeus: *bldg:consistsOfBuildingPart*

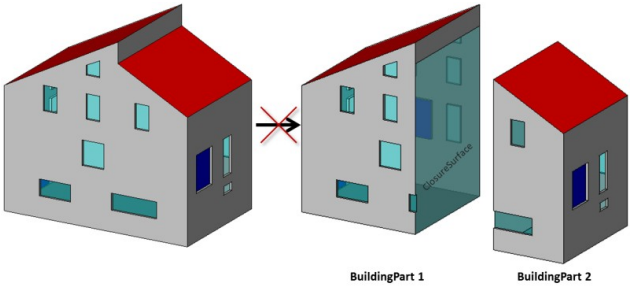
3.1.2.5 Esimerkkejä

Toimistorakennus, johon kuuluu tehdashalli



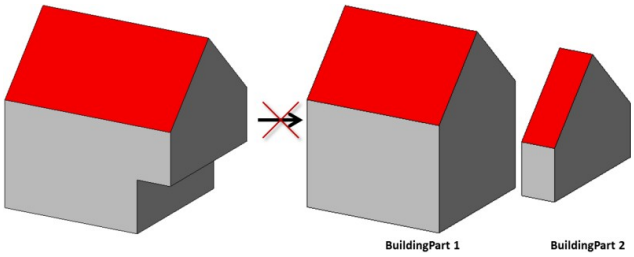
Rakennuksen osat "rakenteellisesti omaleimaisia" → Osan ”BuildingPart 1” toimintona "Toimisto"; osan ”BuildingPart 2” toimintona "Tehdashalli"

Omakotitalo, jossa eritasopulpettikato



Ei voida jakaa osiin. Eivät "rakenteellisesti omaleimaisia" rakennuksen osia → roofType "eritasopulpettikato"

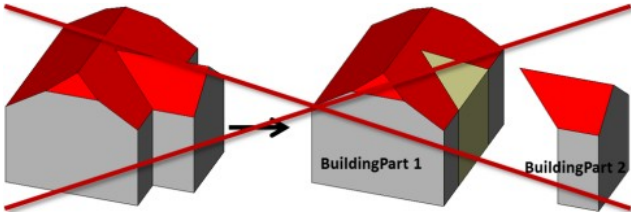
Rakennus, jossa yksi kerros ulkoneva



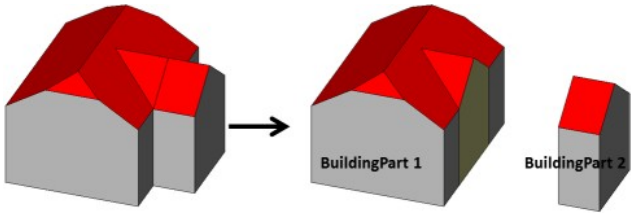
Ei voida jakaa osiin. Ei "rakenteellisesti omaleimaisia" rakennuksen osa; lisäksi toinen osista ei kosketa maata

Esimerkkejä ylitse ulottuvista rakennuksen osista

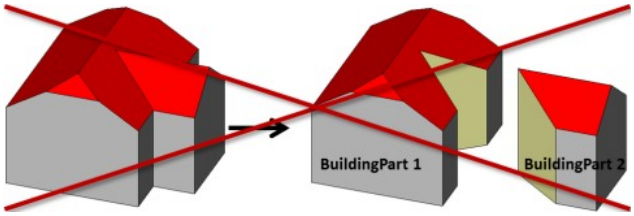
Variaatio 1 (virheellinen)



Variaatio 2 (oikein)



Variaatio 3 (virheellinen)



3.1.3 Ulkokuoren rakennelmat (*bldg:BuildingInstallation*)

3.1.3.1 Määritelmä

SIG3D: Rakennuksen ulkokuoreen kiinnitetyt rakennuksen osat, jotka täydentävät rakennusta, esim. parvekkeet, loggiat, ja vinokaton pystyikkunat. Ovet ja ikkunat mallinnetaan niitä vastaavien CityGML-luokkien mukaisesti.

3.1.3.2 CityGML kohdetyyppi

- **LOD1:** ei käytössä
- **LOD2:** *bldg:BuildingInstallation*
- **LOD3:** *bldg:BuildingInstallation*

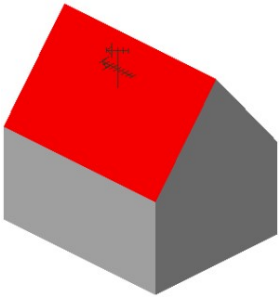
3.1.3.3 Geometria

gml:Geometry

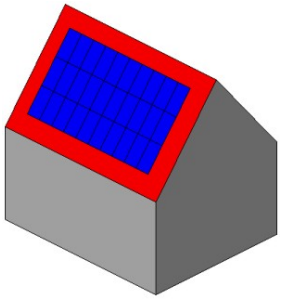
gml:Geometry mahdollistaa **pisteiden, viivojen, pinta-alojen, tilavuuksien** sekä minkä tahansa näiden elementtien yhdistelmien käytön.

Pisteiden käyttöä **ei suositella**.

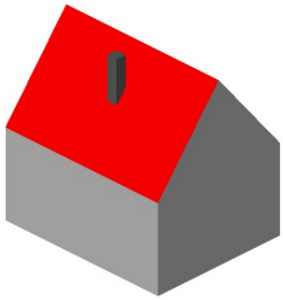
Viivojen käyttöä on **suositellaan vain tietyissä tilanteissa**, sillä kaikki sovellukset eivät osaa käsitellä kyseistä muotoa.



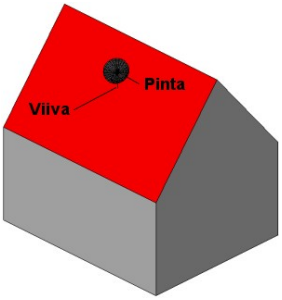
Viivat (esim. antenni)



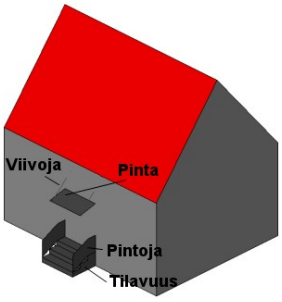
Pinnat (esim. aurinkopaneeli)



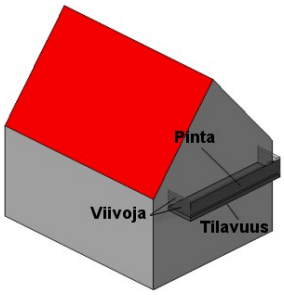
Tilavuudet (esim. savupiippu)



Viivat ja pinnat (esim. lautasantenni)



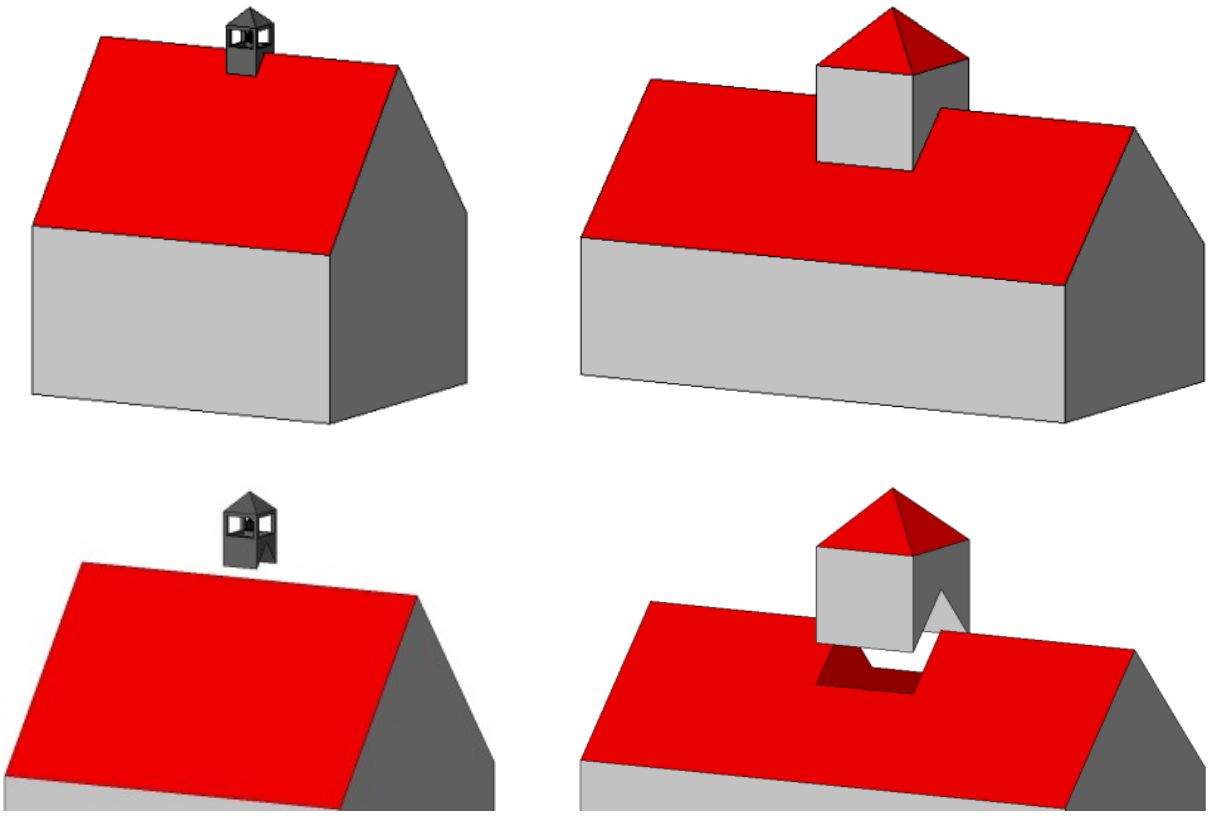
Viivat ja pinnat, sekä pinnat ja tilavuudet (esim. portaat ja katos)



Viivat, pinnat ja tilavuudet (esim. parveke)

bldg:boundedBy (LoD2, LoD3)

Viittaus rajapintoihin (seinäpinnat, kattopinnat, maanvastaiset pinnat, ulkoiset kattopinnat, ulkoiset lattiapinnat, ja virtuaaliset sulkupinnat) → ks. myös luku ”Laajennettu mallintaminen”



Rakennus ja pieni harjatorni (mallinnettu ulkokuoren tilavuudellisena rakennelmana)

Rakennus ja sen torni, joka on mallinnettu ulkokuoren rakennelmana, jolla on rajapinnat

3.1.3.4 Ominaisuudet

gml:id **(pakollinen)**

GML versiosta 3.2 eteenpäin yksilöivä tunniste (id) on pakollinen.

bldg:class **(LoD2, LoD3)**

Ominaisuus *bldg:class* mahdollistaa rakennuksen tarkemmin määrittelemättömän luokittelun; ei suositusta SIG3D-ryhmältä.

bldg:function **(LoD2, LoD3) (suositellaan)**

Ulkokuoren rakennelman ominaisuus 'function' on rakennelman pääasiallinen käyttötarkoitus tiedon tallennushetkellä; ks. myös SIG3D:n koodiluettelot.

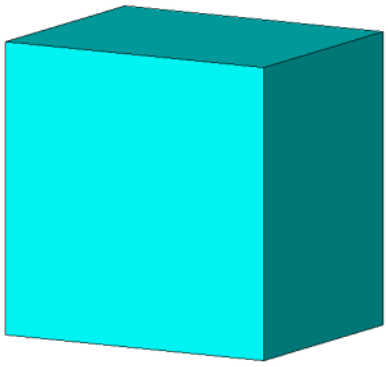
bldg:usage **(LoD2, LoD3) (ei suositella)**

ei suositusta SIG3D-ryhmältä;

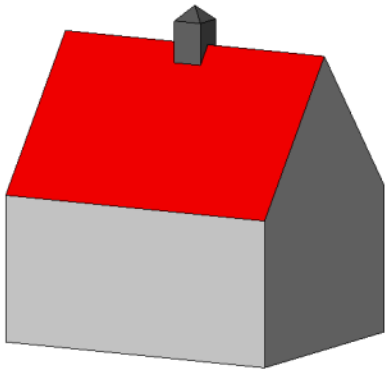
bldg:lodXGeometry **(LoD2, LoD3)**

Ulkokuoren rakennelman geometria tietyllä tarkkuustasolla LoDX;

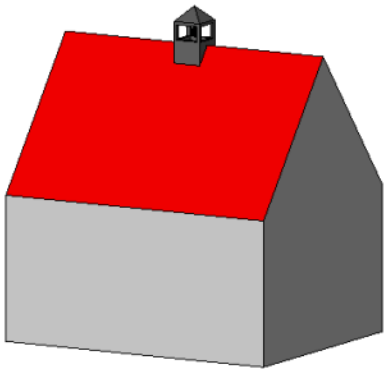
3.1.3.5 Esimerkkejä



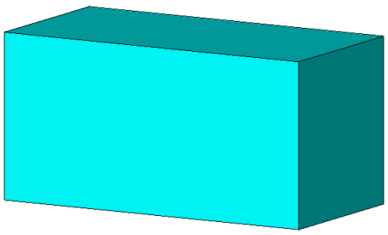
LoD1: ei ulkokuoren rakennelmia



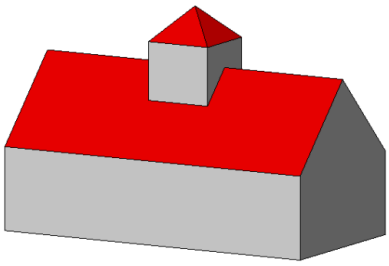
LoD2: pelkistetyt rakennelmat



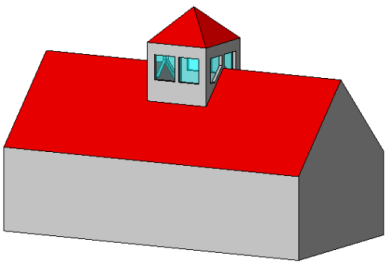
LoD3: rakennelmat esitetään yksityiskohtaisesti



LoD1: ei ulkokuoren rakennelmia



LoD2: pelkistetyt rakennelmat



LoD3: rakennelmat esitetään yksityiskohtaisesti

3.1.4 Maanvastaiset pinnat (*bldg:GroundSurface*)

3.1.4.1 Määritelmä

SIG3D: Rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman ulkoinen, alin pohjapinta (esim. perustukset), joka rajoittuu maaperään tai veteen.

3.1.4.2 CityGML kohdetyyppi

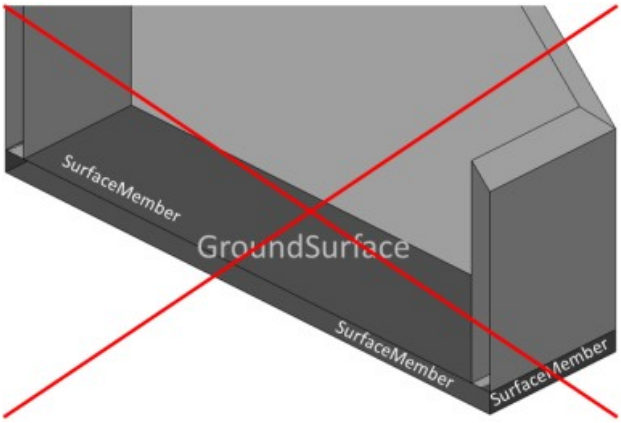
- **LoD1:** ei käytössä
- **LoD2:** *bldg:GroundSurface*
- **LoD3:** *bldg:GroundSurface*

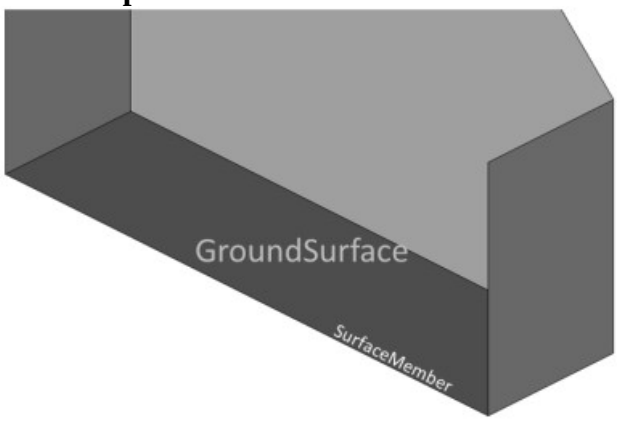
3.1.4.3 Geometria

gml:MultiSurface

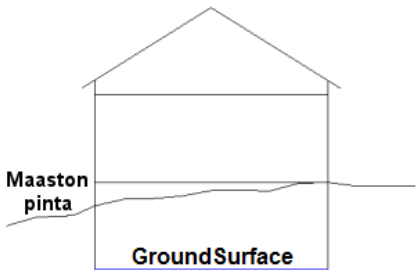
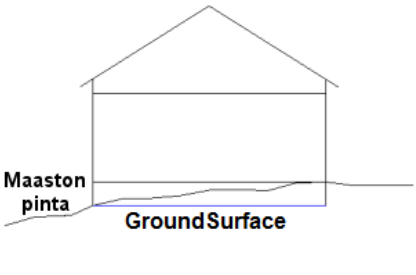
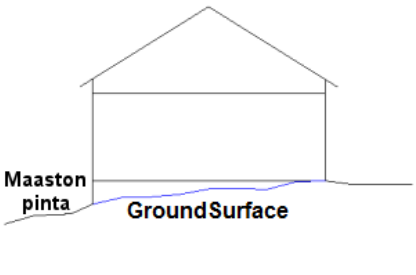
ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1

- **Maanvastaiset pinnat** koostuvat vain pinnoista, jotka ovat **näkyvissä** rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman **ulkopuolelta käsin**.





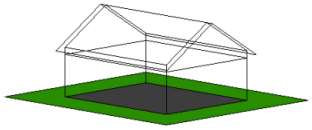
- Maanvastaisen pinnan **korkeustaso** riippuu käytettävistä olevista tiedoista:
  - Jos käytettävissä on tiedot rakennuksen kellaritiloista, rakennuksen korkeus asetetaan kellarin alemman lattiapinnan tasolle (**kuvio A**);
  - Jos rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman maanvastainen pinta generoidaan maan pinnan leikkauspisteen perusteella, tulee siihen käyttää Terrain Intersection Line:n alinta mahdollista absoluuttista korkeutta (**kuvio B**);
  - Rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman maanvastaisen pinnan generoimista suoraan maaston leikkauskohtien perusteella ei suositella (**kuvio C**);

		
Kuvio A	Kuvio B	Kuvio C

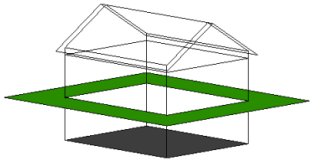
3.1.4.4 Ominaisuudet

bldg:lod2MultiSurface
viittaa LoD2-tason pohjapinnan geometriaan
bldg:lod3MultiSurface
viittaa LoD3-tason pohjapinnan geometriaan
***bldg:opening* (ei suositella)**
viittaa CityGML:n kohdetyyppiin *bldg:Opening* (*bldg:Door* (ks. luku ”Ovet”) tai *bldg:Window* (ks. luku ”Ikkunat”))

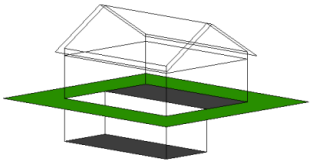
3.1.4.5 Esimerkkejä



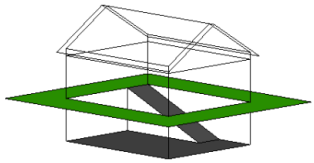
Rakennus ilman kellaria, ja yksi lattialaatta (1 x bldg:GroundSurface)



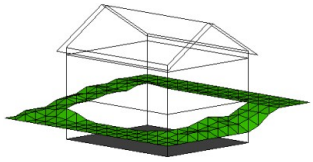
Rakennus ja kellari, sekä yksi lattialaatta (1 x bldg:GroundSurface)



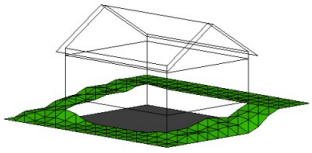
Rakennus ja osittainen kellari, sekä kaksi erillistä lattialaattaa (2 x bldg:GroundSurface)



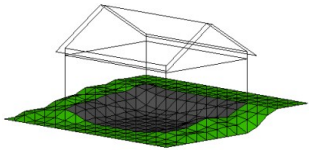
Rakennus, kellari ja ramppi (2 x bldg:GroundSurface)



Rakennus, jossa maan vastainen pinta on alimman kellaripinnan tasolla (1 x bldg:GroundSurface)



Rakennus, jonka maan vastainen pinta on alimmalla absoluuttisella korkeudella Terrain Intersection Line:een nähden (1 x bldg:GroundSurface)



Rakennus, jonka maan vastainen pinta on mallinnettu maaston mukaiseksi (1 x bldg:GroundSurface)
ei suositella

3.1.5 Seinäpinnat (*bldg:WallSurface*)

3.1.5.1 Määritelmä

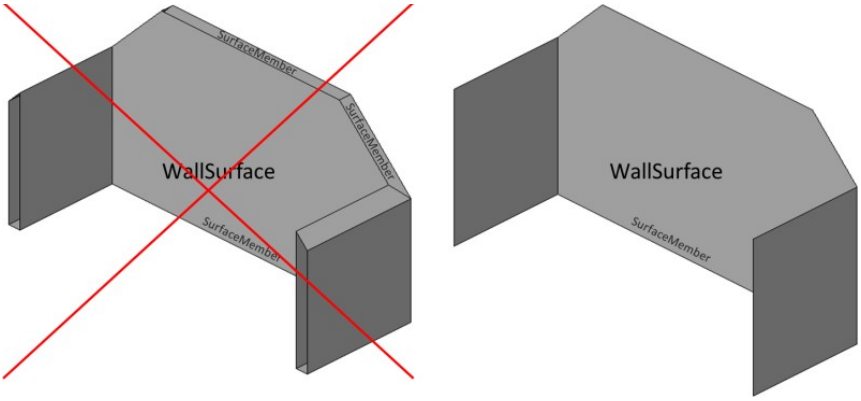
SIG3D: Seinäpinta on rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman ulkoinen, sivusuuntainen rajapinta.
ISO: Seinä on pystysuuntainen rakennelma joka sulkee sisäänsä tai jakaa tilan ja yleensä toimii kantavana tai tukevana rakenteena.
Seinäpintojen normaalit ovat yleensä vaakasuuntaisia (alle 45 astetta).

3.1.5.2 CityGML kohdetyyppi

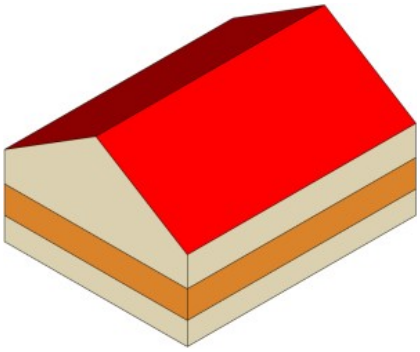
- **LoD1:** ei käytössä
- **LoD2:** *bldg:WallSurface*
- **LoD3:** *bldg:WallSurface*

3.1.5.3 Geometria

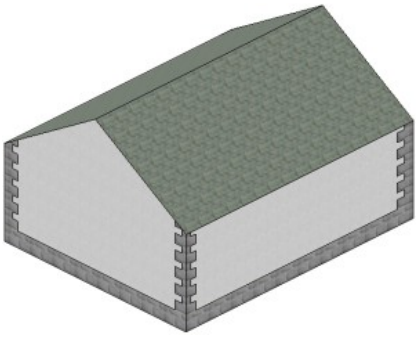
gml:MultiSurface
ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1



- **Seinäpinta** koostuu vain pinnoista, jotka ovat **näkyvissä** rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman **ulkopuolelta käsin**.
- **Seinän ulkonevat osat**, jotka eivät rajoita rakennuksen tilavuutta, mallinnetaan rakennuksen ulkonevia osia koskevien sääntöjen mukaisesti.
- **Seinäpinnan** täytyy koostua **useista pinnoista (SurfaceMember)**, jos:
  - seinäpinnat ovat keskenään **eri värisiä tai pintarakenteelta erilaisia**

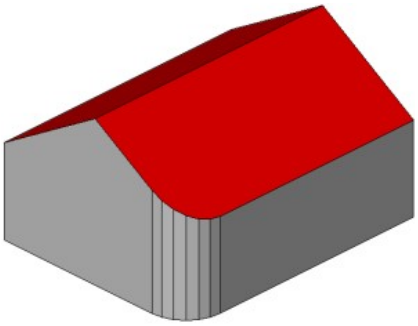


4 seinäpintaa, jotka kukin koostuvat 3 eri pinnasta (1 pinta "oranssi"; 2 aluetta "beige") (4 x bldg:WallSurface)

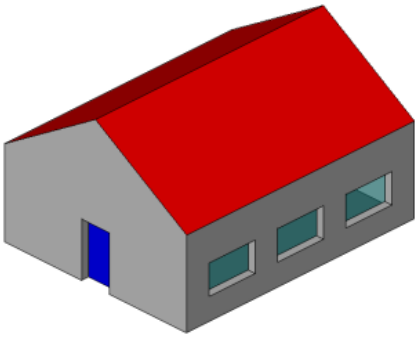


4 seinäpintaa, jotka kukin koostuvat 2 eri pinnasta (1 tekstuurilla "rappaus"; 1 tekstuurilla "hiekkakivi") (4 x bldg:WallSurface)

- seinäpinta **ei ole tasomainen**

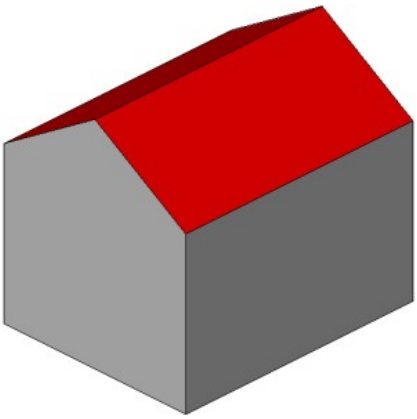


5 seinäpintaa; 4 seinäpintaa, joissa kussakin yksi pinta, ja 1 seinäpinta (pyöreä seinä), jossa 6 pintaa (4 x bldg:WallSurface)

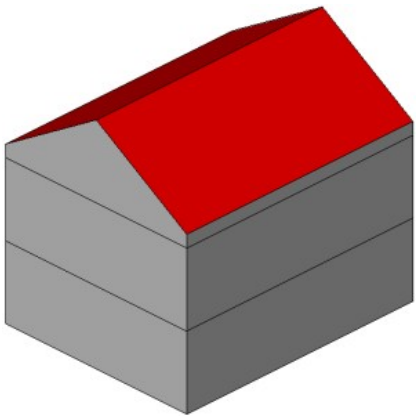


Etuseinä muodostuu 1 seinäpinnasta, joka koostuu 4 eri pinnasta (3 sisempää pintaa); oikeanpuoleinen seinä muodostuu yhdestä seinäpinnasta, joka koostuu 13 eri pinnasta (12 sisempää pintaa)

- **Seinäpinta** voi koostua **useasta eri pinnasta (SurfaceMember)**, jos:
  - sen tarkoitus on antaa vihiä **kerrosrakenteesta**



4 seinäpintaa, joista kukin koostuu 1 pinnasta (4 x bldg:WallSurface)



4 seinäpintaa, joista kukin koostuu 3 pinnasta (pohjakerros, keskikerros ja yläkerros) (4 x bldg:WallSurface)

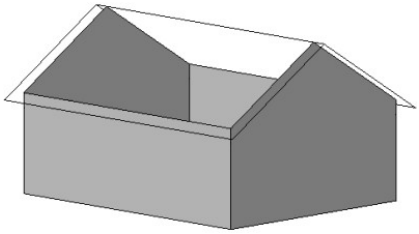
3.1.5.4 Ominaisuudet

bldg:lod2MultiSurface
viittaa seinän tarkkuustason LoD2 pintageometriaan

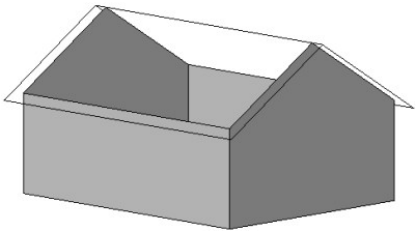
bldg:lod3MultiSurface
viittaa seinän tarkkuustason LoD3 pintageometriaan

bldg:opening
viittaa CityGML:n kohdetyyppiin *bldg:Opening* (*bldg:Door* (ks. luku ”Ovet”) tai *bldg:Window* (ks. luku ”Ikkunat”))

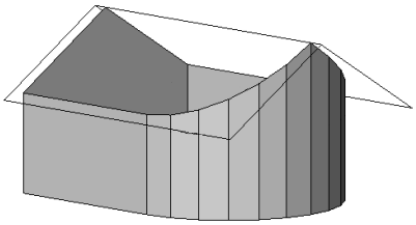
3.1.5.5 Esimerkkejä



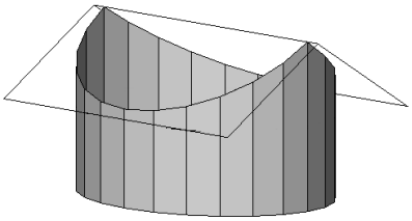
1 seinäpinta, jossa 4 pintaa (1 x bldg:WallSurface) ei suositella



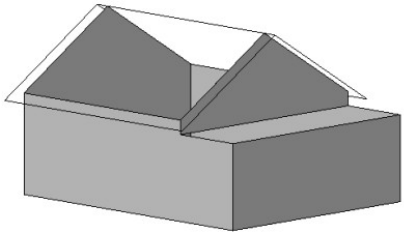
4 seinäpintaa, joissa 1 pinta kussakin (4 x bldg:WallSurface)



4 seinäpintaa (3 tasomaista seinää, joissa 1 pinta kussakin, sekä 1 pyöreä seinä, jossa 12 pintaa) (4 x bldg:WallSurface)



1 seinäpinta, jolla elliptinen tai pyöreä rakenne (1 x bldg:WallSurface)



5 seinäpintaa porrastetun julkisivun myötä (5 x bldg:WallSurface)

3.1.6 Kattopinnat (*bldg:RoofSurface*)

3.1.6.1 Määritelmä

SIG3D: Kattopinta (RoofSurface) on rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman ylin ulkoinen rajapinta, jonka ensisijainen tarkoitus on suojata sään vaikutukselta.
ISO: Katto on rakennelma, joka sulkee rakennuksen yläpuolelta
Katon normaalien tulisi yleensä olla pystysuuntaisia.

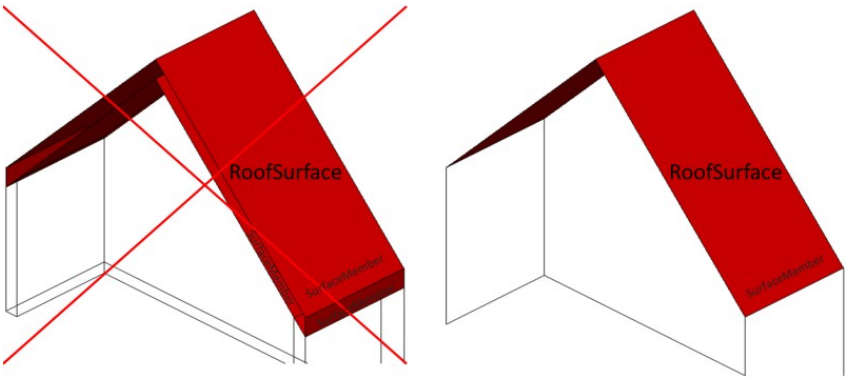
3.1.6.2 CityGML kohdetyyppi

- **LoD1:** ei käytössä
- **LoD2:** *bldg:RoofSurface*
- **LoD3:** *bldg:RoofSurface*

3.1.6.3 Geometria

gml:MultiSurface
ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1

- **Kattopinta** (*bldg:RoofSurface*) koostuu vain niistä pinnoista, jotka ovat **näkyvissä** rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkopinnan rakennelman **ulkopuolelta käsin**.



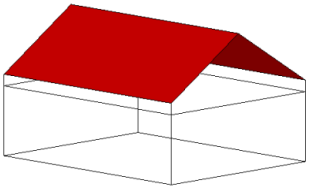
- **Katon ulkonevat osat**, jotka eivät rajaudu rakennuksen tilavuuteen, mallinnetaan rakennuksen ulkonevia osia koskevien sääntöjen mukaisesti.

3.1.6.4 Ominaisuudet

bldg:lod2MultiSurface
viittaa katon tarkkuustason LoD2 pintageometriaan
bldg:lod3MultiSurface
viittaa katon tarkkuustason LoD3 pintageometriaan
bldg:opening
viittaa CityGML:n kohdetyyppiin *bldg:Opening* (*bldg:Door* (ks. luku ”Ovet”) tai *bldg:Window* (ks. luku ”Ikkunat”))

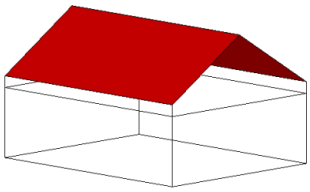
3.1.6.5 Esimerkkejä

Harjakatto



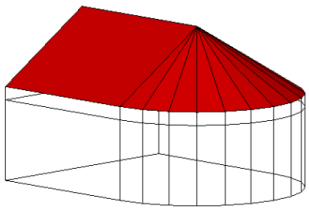
1 kattopinta, jossa 2 pintaa (1 x bldg:RoofSurface) ei suositella

Harjakatto



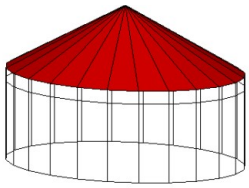
2 kattopintaa, jossa 1 pinta kussakin (2 x bldg:RoofSurface)

Sekatyypin katto



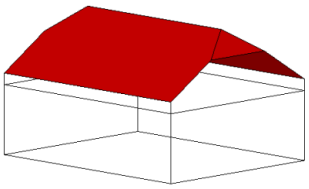
3 kattopintaa (2 tasomaista kattopintaa, joissa 1 pinta kummassakin, sekä 1 kartiomainen kattopinta, jossa 12 pintaa) (3 x bldg:RoofSurface)

Telttakatto



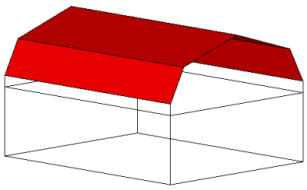
1 kartiomainen kattopinta, jossa 24 pintaa (1 x bldg:RoofSurface)

Puoliaumakatto



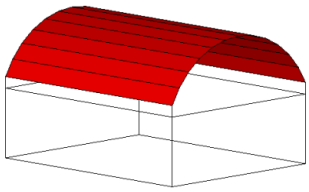
4 kattopintaa (4 x bldg:RoofSurface)

Mansardikatto



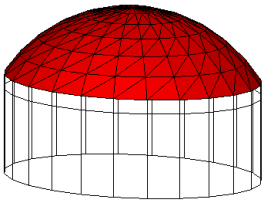
4 kattopintaa (4 x bldg:RoofSurface)

Kaarikatto



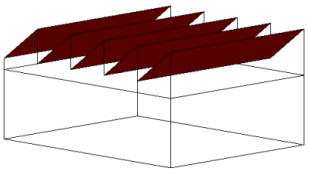
1 kattopinta, jossa 12 erillistä pintaa (1 x bldg:RoofSurface)

Kupolikatto



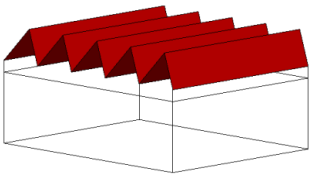
1 kattopinta, jossa 264 erillistä pintaa (1 x bldg:RoofSurface)

Sahakatto I



5 kattopintaa (5 x bldg:RoofSurface)

Sahakatto II



10 kattopintaa (10 x bldg:RoofSurface)

3.1.7 Ulkoiset lattiapinnat (*bldg:OuterFloorSurface*)

3.1.7.1 Määritelmä

SIG3D: Rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman alin ilmaa vasten oleva ulkopuolinen rajapinta. Ulkoisten lattiapintojen normaalien tulisi yleensä osoittaa suoraan ylöspäin.

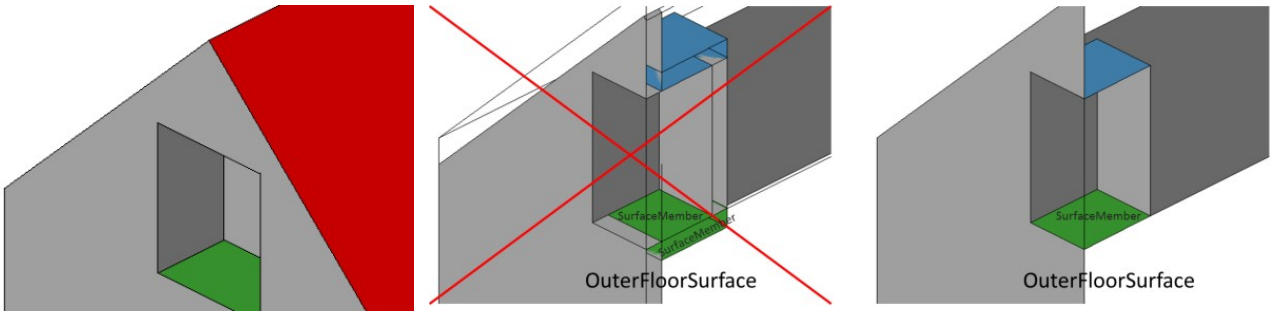
3.1.7.2 CityGML kohdetyyppi

- **LoD1:** ei käytössä
- **LoD2:** *bldg:OuterFloorSurface*
- **LoD3:** *bldg:OuterFloorSurface*

3.1.7.3 Geometria

gml:MultiSurface
ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1

- Ulkoinen lattiapinta koostuu vain pinnoista, jotka ovat **näkyvissä** rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman **ulkopuolelta käsin**.

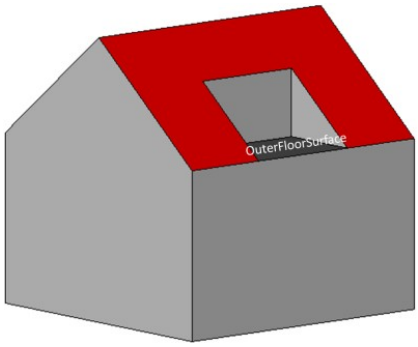


3.1.7.4 Ominaisuudet

bldg:lod2MultiSurface
viittaa tarkkuustason LoD2 pintageometriaan
bldg:lod3MultiSurface
viittaa tarkkuustason LoD3 pintageometriaan
bldg:opening
viittaa CityGML:n kohdetyyppiin *bldg:Opening* (*bldg:Door* (ks. luku ”Ovet”) tai *bldg:Window* (ks. luku ”Ikkunat”))

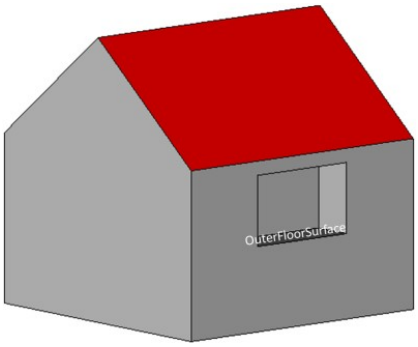
3.1.7.5 Esimerkkejä

Kattoterassi



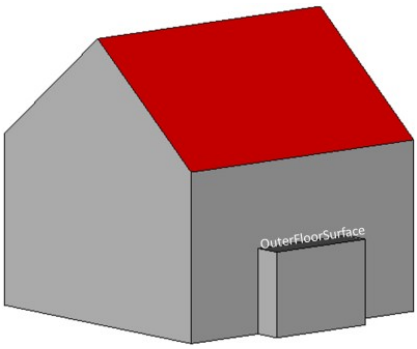
1 x OuterFloorSurface

Loggia



1 x OuterFloorSurface

Erkkeri



1 x OuterFloorSurface

3.1.8 Ulkoiset kattopinnat (*bldg:OuterCeilingSurface*)

3.1.8.1 Määritelmä

SIG3D: Rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman ylin ulkopuolinen rajapinta, joka ei ole katto. Ulkoisen kattopinnan normaalin tulisi yleensä osoittaa suoraan alaspäin.

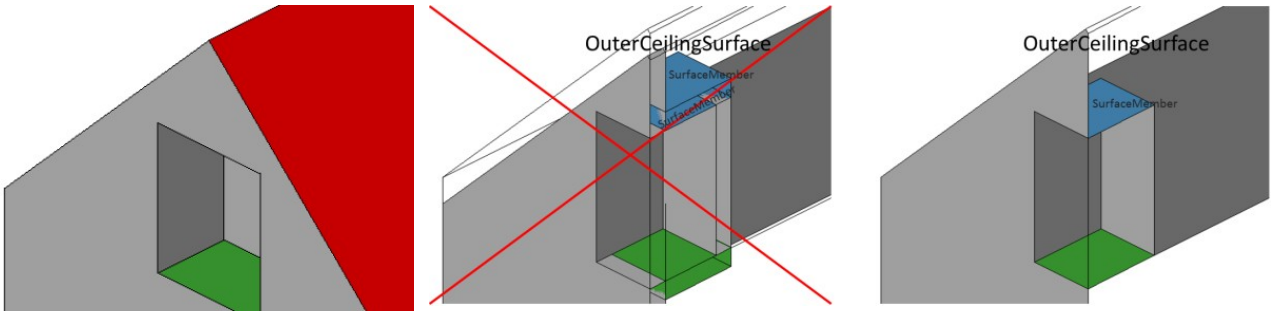
3.1.8.2 CityGML kohdetyyppi

- **LoD1:** ei käytössä
- **LoD2:** *bldg:OuterCeilingSurface*
- **LoD3:** *bldg:OuterCeilingSurface*

3.1.8.3 Geometria

gml:MultiSurface
ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1

- Ulkoinen kattopinta koostuu vain pinnoista, jotka ovat **näkyvissä** rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman **ulkopuolelta käsin**.

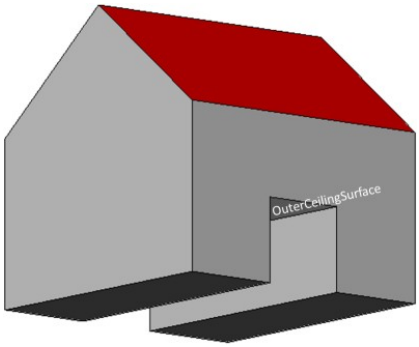


3.1.8.4 Ominaisuudet

bldg:lod2MultiSurface
viittaa tarkkuustason LoD2 pintageometriaan
bldg:lod3MultiSurface
viittaa tarkkuustason LoD3 pintageometriaan
bldg:opening
viittaa CityGML:n kohdetyyppiin *bldg:Opening* (*bldg:Door* (ks. luku ”Ovet”) tai *bldg:Window* (ks. luku ”Ikkunat”))

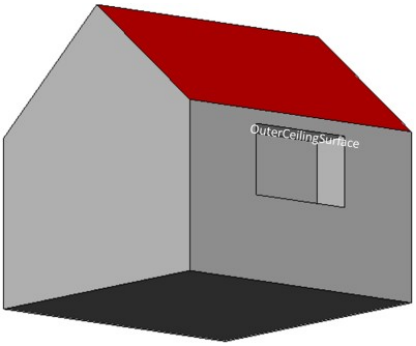
3.1.8.5 Esimerkkejä

Läpikulku



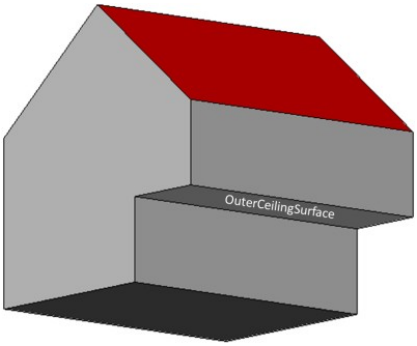
1 x OuterCeilingSurface

Loggia



1 x OuterCeilingSurface

Uloke



1 x OuterCeilingSurface

3.1.9 Virtuaaliset rajapinnat (*bldg:ClosureSurface*)

3.1.9.1 Määritelmä

SIG3D: Ulkoinen tai sisäinen kuvitteellinen rajapinta, jonka tyypillinen käyttötarkoitus on tilavuutta omaavissa kappaleissa olevien aukkojen tukkiminen.

3.1.9.2 CityGML kohdetyyppi

- **LoD1:** ei käytössä
- **LoD2:** *bldg:ClosureSurface*
- **LoD3:** *bldg:ClosureSurface*

3.1.9.3 Geometria

gml:MultiSurface
ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1

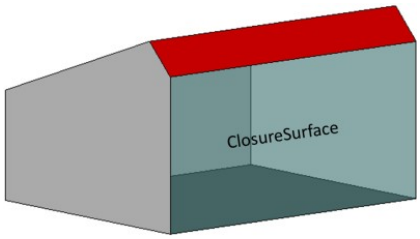
- **Sulkupinta** koostuu vain virtuaalisista (kuvitteellisista) pinnoista, jotka ovat **näkyvissä** rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman **ulkopuolelta käsin**.

3.1.9.4 Ominaisuudet

bldg:lod2MultiSurface
viittaa tarkkuustason LoD2 pintageometriaan
bldg:lod3MultiSurface
viittaa tarkkuustason LoD3 pintageometriaan
bldg:opening **(ei suositella)**
viittaa CityGML:n kohdetyyppiin *bldg:Opening* (*bldg:Door* (ks. luku ”Ovet”) tai *bldg:Window* (ks. luku ”Ikkunat”))

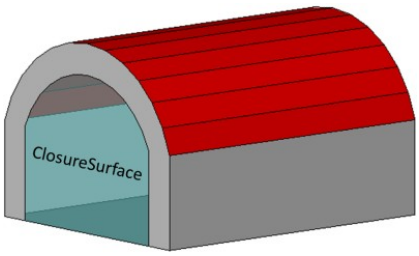
3.1.9.5 Esimerkkejä

Avoin lato



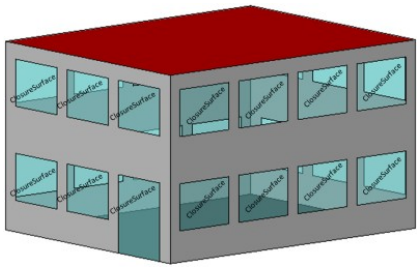
1 x ClosureSurface

Asemalaiturihalli



2 x ClosureSurface

Parkkihalli



28 x ClosureSurface

3.1.10 Ovet (*bldg:Door*)

3.1.10.1 Määritelmä

ISO 6707-1: Aukon sulkemiseen käytetty rakennelma, jonka pääasiallinen tarkoitus on mahdollistaa sisäänmeno, ulosmeno tai molemmat.

3.1.10.2 CityGML kohdetyyppi

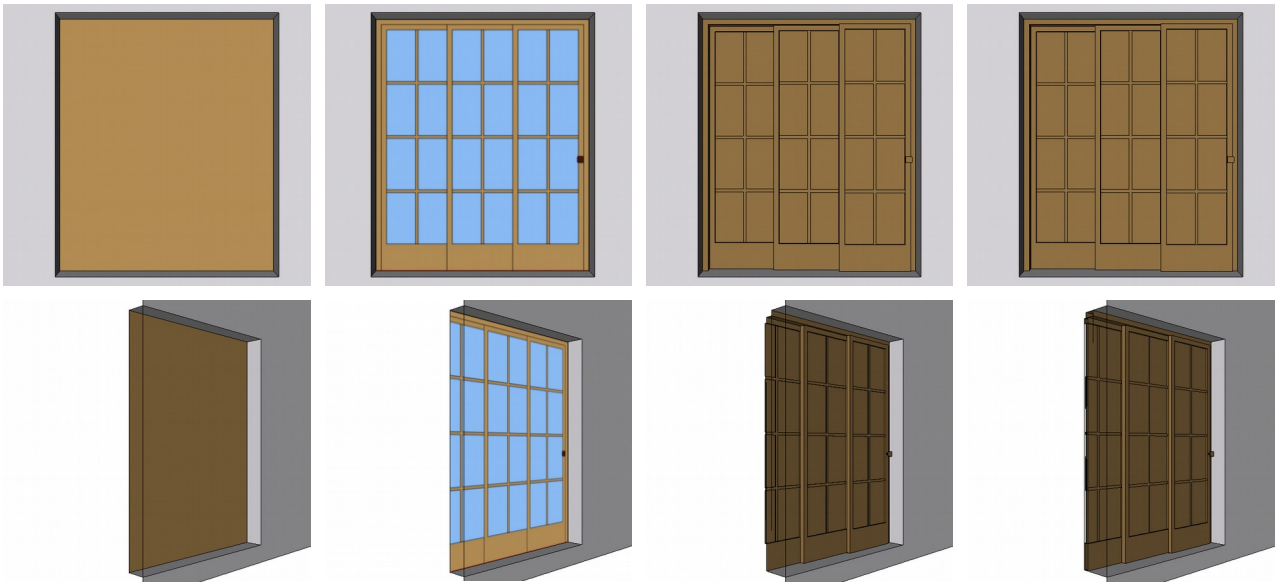
- **LoD1:** ei käytössä
- **LoD2:** ei käytössä
- **LoD3:** *bldg:Door*

3.1.10.3 Geometria

gml:MultiSurface

ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1

- **Ovi** koostuu vain pinnoista, jotka ovat **näkyvissä** rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman **ulkopuolelta käsin** (tapaukset A, B ja C), tai ovi mallinnetaan kokonaan **kiinteänä kappaleena** (tapaus D).



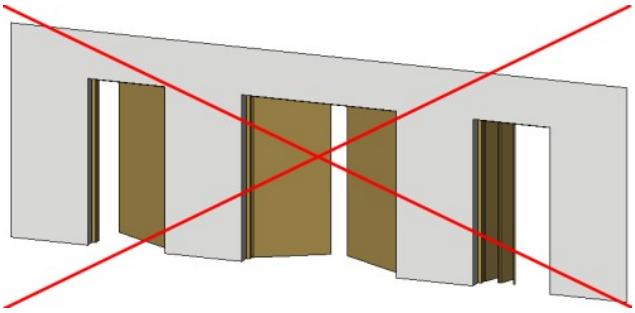
Tapaus A (Ovi yksinkertaisena pintana)

Tapaus B (Ovi teksturoituna pintana)

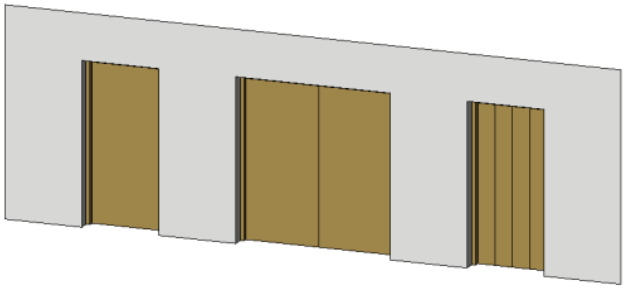
Tapaus C (Yksityiskohtaisesti mallinnettu ovi; vain ulkopuolelta näkyvät pinnat)

Tapaus D (Ovi kiinteänä kappaleena)

- Sen varmistamiseksi että rakennuksen ulkokuori on suljettu, ovia **ei tulisi mallintaa avoimina** (tapaus A) vaan **suljetussa asennossa** olevina (tapaus B).



Tapaus A (Ovet avoinna)



Tapaus B (Ovet suljettuina)

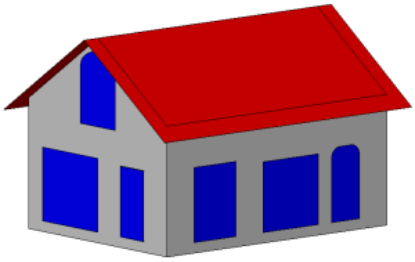
3.1.10.4 Ominaisuudet

bldg:lod3MultiSurface
viittaa tarkkuustason LoD3 pintageometriaan

bldg:address
viittaa oven postiosoitteeseen

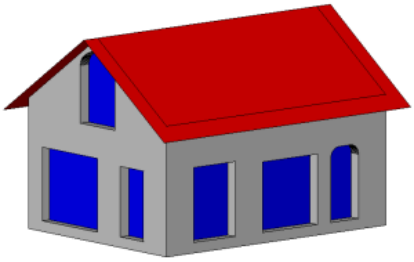
3.1.10.5 Esimerkkejä

Yksinkertaiset ovet



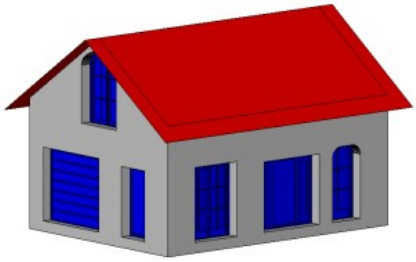
ita (koko malli) = 19

Yksinkertaiset ovat syvennyksineen



Monikulmioita (koko malli) = 128

Yksityiskohtaisesti mallinnetut ikkunat



Monikulmioita (koko malli) = 3498

3.1.11 Ikkunat (*bldg:Window*)

3.1.11.1 Määritelmä

SIG3D: Rakennuksen seinässä tai katossa olevan aukon sulkemiseen tarkoitettu rakennelma, jonka ensisijaisena tarkoituksena on päästää valoa sisään, ja/tai edistää ilmanvaihtoa (ks. ISO 6707).

3.1.11.2 CityGML kohdetyyppi

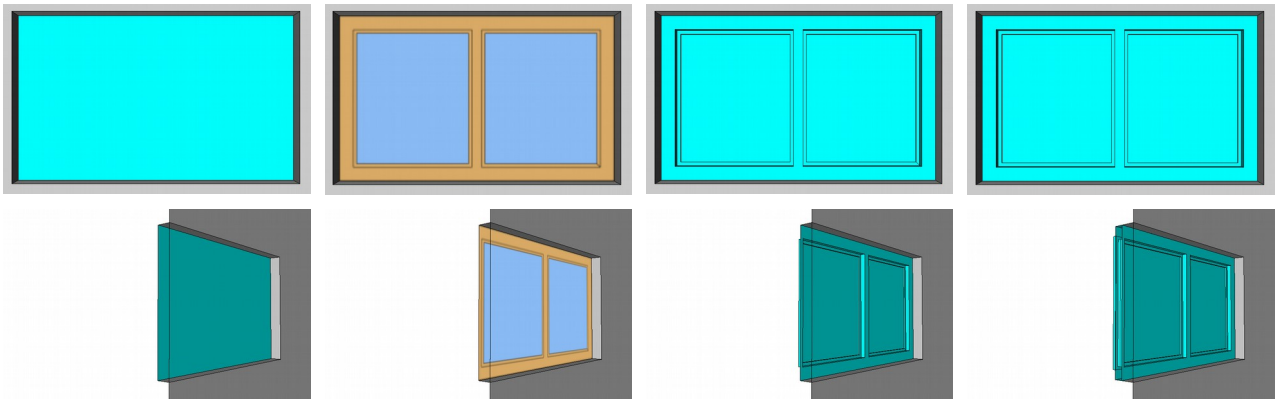
- **LoD1:** ei käytössä
- **LoD2:** ei käytössä
- **LoD3:** *bldg:Window*

3.1.11.3 Geometria

gml:MultiSurface

ks. myös Opas 3D-esineiden mallintamiseen - Osa 1

- **Ikkuna** koostuu vain pinnoista, jotka ovat **näkyvissä** rakennuksen, rakennuksen osan tai ulkokuoren rakennelman **ulkopuolelta käsin** (tapaukset A, B ja C), tai jotka koostuvat vain **kiinteistä kappaleista** (Solid; tapaus D).



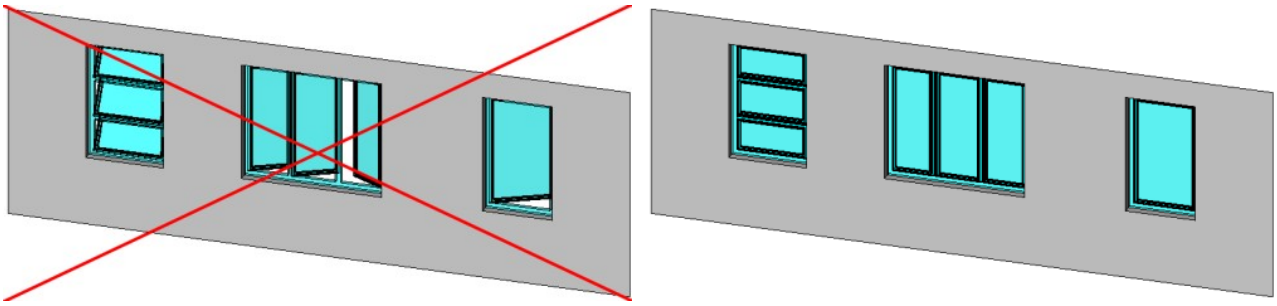
Tapaus A (Ikkuna yksinkertaisena pintana)

Tapaus B (Ikkuna teksturoituna pintana)

Tapaus C (Yksityiskohtaisesti mallinnettu ikkuna; vain ulkopuolelta näkyvät pinnat)

Tapaus D (Ikkuna kiinteänä kappaleena)

- Sen varmistamiseksi että rakennuksen ulkokuori on suljettu, ikkunoita **ei tulisi mallintaa avoimina** (tapaus A) vaan **suljetussa asennossa** olevina (tapaus B).



Tapus A (ikkunat avattuina)

Tapaus B (ikkunat suljettuina)

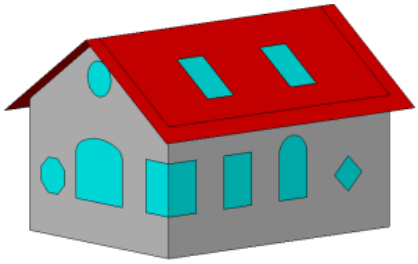
3.1.11.4 Ominaisuudet

bldg:lod3MultiSurface

viittaa tarkkuustason LoD3 pintageometriaan

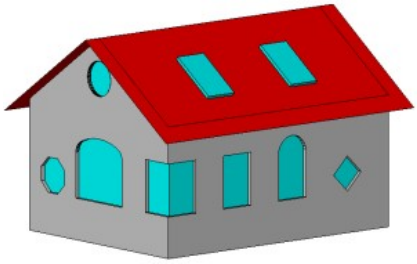
3.1.11.5 Esimerkkejä

Yksinkertaiset ikkunat



Monikulmioita (koko malli) = 28

Yksinkertaiset ikkunat syvennyksineen



Monikulmioita (koko malli) = 412

Yksityiskohtaisesti mallinnetut ikkunat

Monikulmioita (koko malli) = 6269

3.2 Laajennettu mallintaminen

Tämä luku käsittelee rakennuksissa usein esiintyvien, niiden **ulkoasuun merkittävästi vaikuttavien rakennusten osien** mallintamista. Nämä osat mallinnetaan pääsääntöisesti **ulkokuoren rakennelmina**.

3.2.1 Parvekkeet

3.2.1.1 Määritelmä

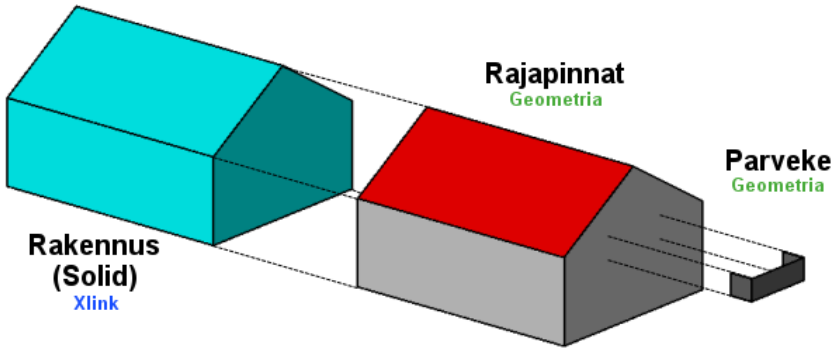
SIG3D: Parveke on rakennukseen kiinnitetty taso, joka sijaitsee maanpinnan yläpuolella ja on rakennukseen nähden ulkoneva. Se on tuettu pylväillä tai rakennuksen runkoa vasten, ja parveke on suljettu aitarakenteella.

3.2.1.2 CityGML kohdetyyppi

- **LOD1:** ei käytössä
- **LOD2:** *bldg:BuildingInstallation*
- **LOD3:** *bldg:BuildingInstallation*

3.2.1.3 Geometria

- ***gml:Geometry*** **(suositellaan)**
  - **Kynnysarvo LOD2:**
    - Mallinnetaan vain, jos parvekkeen syvyys >= 0.5 m;
      - Pohjapinta litteä, jos osan paksuus <= 0.5 m;
      - Sivuseinät litteät, jos osan paksuus <= 0.5 m;
  - **Kynnysarvo LOD3:**
    - Mallinnetaan vain, jos parvekkeen syvyys >= 0.2 m;
      - Pohjapinta litteä, jos osan paksuus <= 0.2 m;
      - Sivuseinät litteät, jos osan paksuus <= 0.2 m;
  - **Mallinnusperiaate**
    - Rakennus sisältää kaikki geometriaa rajoittavat rajapinnat.
    - Parveke mallinnetaan **geometrian omaavana ulkokuoren rakennelmana**. Ts. ilman semanttista erilaistamista.
    - Rakennuksen tilavuus viittaa (Xlink) vastaaviin rajapintoihin



Parvekkeen mallinnusperiaate

- ***bldg:boundedBy*** **(ei suositella)**

3.2.1.4 Ominaisuudet

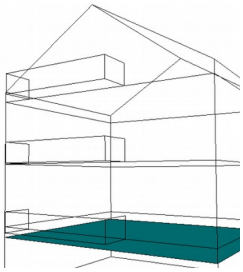
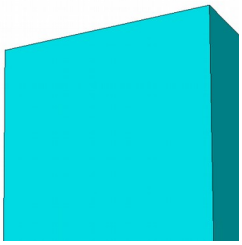
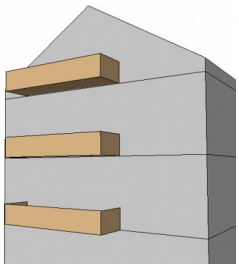
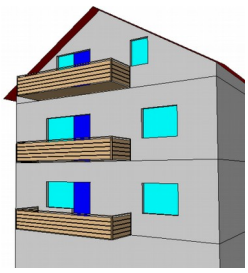
bldg:function

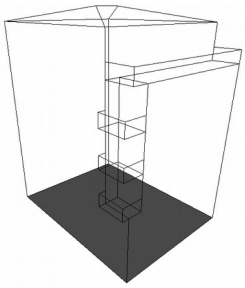
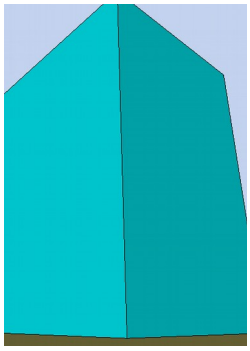
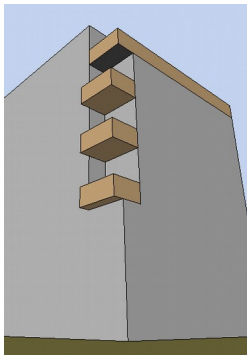
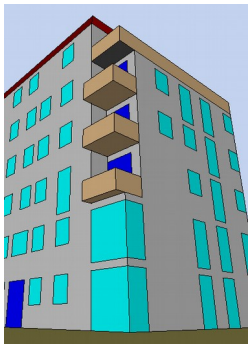
Parveke (1000); ks. SIG3D koodiluettelon suositus *bldg:BuildingInstallation --> function*

bldg:boundedBy

ei suositella: parveke käsitellään **yhtenä** kokonaisena komponenttina, jota ei jaeta enää semanttisesti pienempiin osiin.

3.2.1.5 Esimerkkejä

Parvekkeet				
Todellinen rakennus	CityGML LOD0	CityGML LOD1	CityGML LOD2	CityGML LOD3
				
	CityGML download	CityGML download	CityGML download	CityGML download
Maanpinnan yläpuolella oleva, ulkoneva rakennelma --> Parveke				

				
	CityGML download	CityGML download	CityGML download	CityGML download
Maanpinnan yläpuolella oleva, osittain ulkoneva rakennelma, ei kolmen seinän rajaama --> Parveke (ei loggia)				

3.2.2 Loggiat

3.2.2.1 Määritelmä

SIG3D: Loggia on rakennuksen pohjan sisäpuolella oleva, katettu, täysikorkuinen, kolmelta puolelta seinillä rajattu alue. Arkkitehtuaalisesti **loggia** on rakennuksen huone, joka aukeaa ulkotilaan kaarien tai vastaavien rakennelmien puolelta. Maan tasossa loggiat muodostavat siirtymäalueen sisä- ja ulkotilojen välille. Ylempien kerroksien loggiat taas toimivat käytävinä tai istuskelupaikkoina.

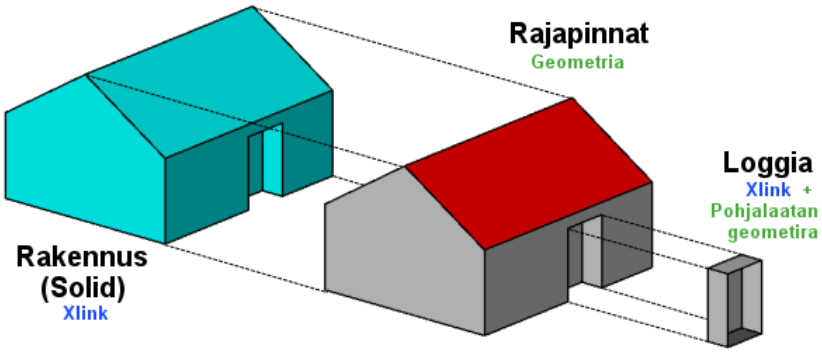
EHDOTUS / Merja Laitinen: Loggia = Sisäänvedetty parveke/aula/muu tila.

3.2.2.2 CityGML kohdetyyppi

- **LOD1:** ei käytössä
- **LOD2:** *bldg:BuildingInstallation*
- **LOD3:** *bldg:BuildingInstallation*

3.2.2.3 Geometria

- ***gml:Geometry*** **(ei suositella)**
- ***bldg:boundedBy*** **(suositellaan)**
  - **Kynnysarvo LoD2:**
    - Mallinnetaan vain, jos loggian syvyys >= 0.5 m;
  - **Kynnysarvo LoD3:**
    - Mallinnetaan vain, jos loggian syvyys >= 0.2 m;
  - **Mallinnusperiaate**
    - Rakennus sisältää kaikki geometriaa rajoittavat rajapinnat
    - Loggia (BuildingInstallation) **viittaa (Xlink)** rakennuksen vastaaviin rajapintoihin. Jos loggian lattia ei sisälly rakennuksen ulkopintaan, se mallinnetaan ulkokuoren rakennelman rajapinnaksi.
    - Rakennuksen tilavuus viittaa (Xlink) rakennuksen vastaaviin rajapintoihin.



Loggian mallinnusperiaate

3.2.2.4 Ominaisuudet

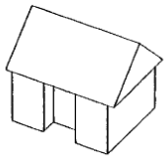
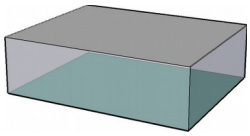
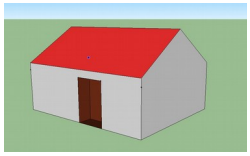
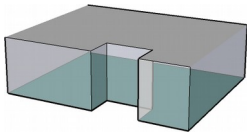
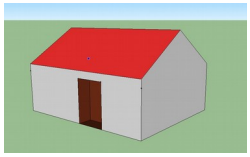
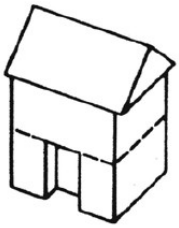
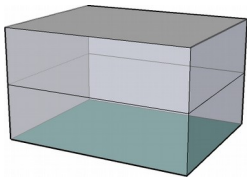
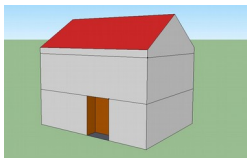
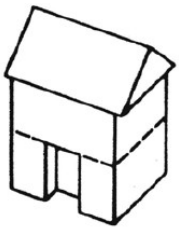
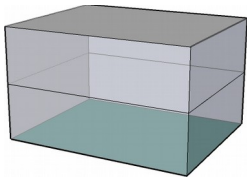
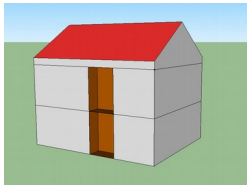
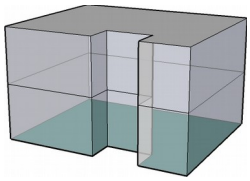
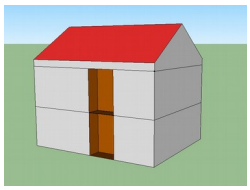
bldg:function

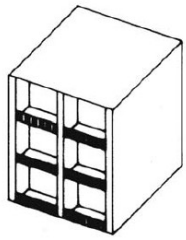
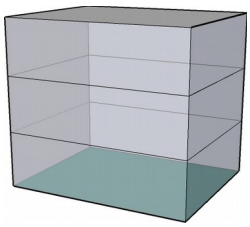
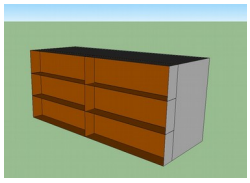
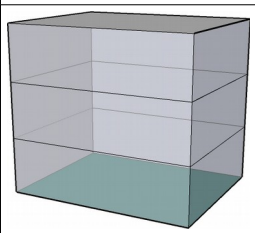
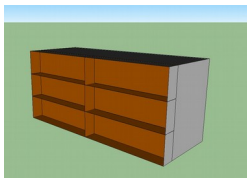
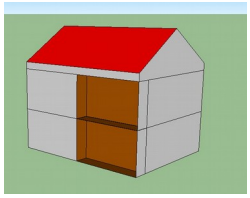
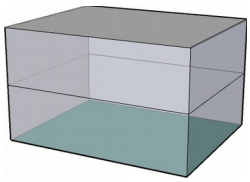
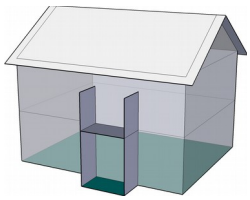
Loggia (1001); ks. SIG3D koodiluettelon suositus *bldg:BuildingInstallation --> function*

bldg:boundedBy

suositus: Loggia on ulkokuoren rakennelma, joka semanttisesti koostuu rakennuksen rajapinnoista ja mahdollisesti ulkoisesta lattiapinnasta.

3.2.2.5 Esimerkkejä

Loggiat				
Todellinen rakennus	CityGML LOD0	CityGML LOD1	CityGML LOD2	CityGML LOD3
 Sisäinen loggia			 CityGML download	
			 CityGML download	
 Osittain sisennetty pohjakerros			 CityGML download *	
 Monikerroksinen rakennus, jossa sisäiset loggiat			 CityGML download *	
			 CityGML download *	

 Monikerroksinen rakennus, jossa loggioita koko etuseinän leveydellä ja korkeudella			 CityGML download *	
			 CityGML download *	
Loggioita puolella etureunan pituudesta (rivitalo)			 CityGML download *	
Ulostyöntyvät loggiat			 CityGML download *	

* Tässä esimerkissä geometria on mallinnettu oikeaoppisesti tarkkuustason 2 kiinteän kappaleen sisäpuolelle, mutta standardin vastaisesti BoundarySurface-elementtien ulkopuolelle!

3.2.3 Läpikulut

3.2.3.1 Määritelmä

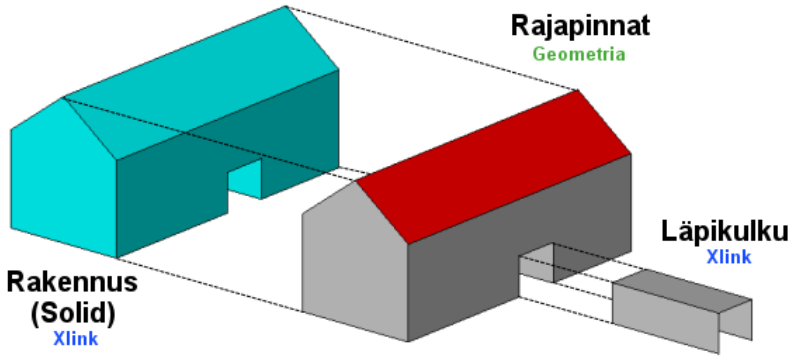
SIG3D: Läpikulku on rakennuksen maan tasossa oleva osa, jonka kautta **kulkuneuvot** voivat ajaa rakennuksen läpi. Se rajoittuu seiniin ja kattoon.

3.2.3.2 CityGML kohdetyyppi

- **LoD1:** ei käytössä
- **LoD2:** *bldg:BuildingInstallation*
- **LoD3:** *bldg:BuildingInstallation*

3.2.3.3 Geometria

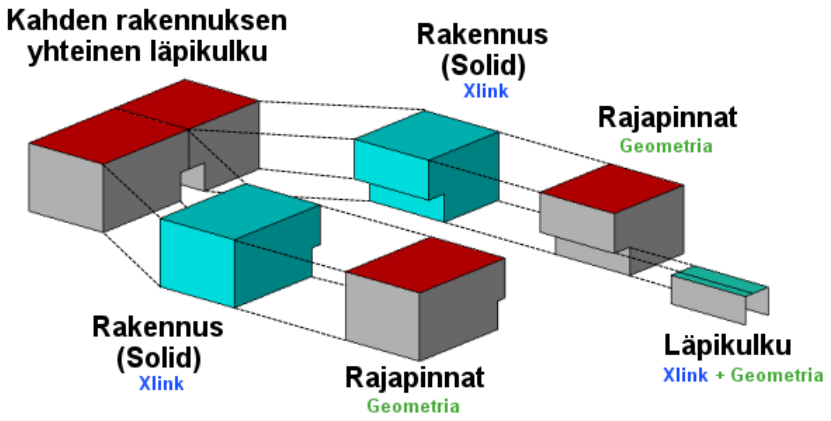
- ***gml:Geometry*** **(ei suositella)**
- ***bldg:boundedBy*** **(suositellaan)**
  - **Kynnysarvo LOD2 / LOD3:**
    - Mallinnetaan vain, jos läpikulun syvyys ja korkeus >= 2 m;
  - **Mallinnusperiaate** (rakennuksen läpikulku)
    - Rakennus sisältää kaikki geometriaa rajoittavat rajapinnat
    - Läpikulku (BuildingInstallation) **viittaa (Xlink)** rakennuksen vastaaviin rajapintoihin.
    - Rakennuksen tilavuus viittaa (Xlink) rakennuksen vastaaviin rajapintoihin.



Läpikulun mallinnusperiaate

Mallinnusperiaate (kahden rakennuksen yhteinen läpikulku)

- Kumpikin rakennus sisältää kaikki geometriaa rajoittavat rajapinnat
- Läpikulku (BuildingInstallation) merkitään osaksi sitä rakennusta, joka sisältää suuremman osuuden läpikulusta. Läpikulku **viittaa (Xlink)** rakennuksen rajapintoihin, ja mukailee sen geometriaa ja täydentää läpikulun rajoittavalla geometrialla**.**
- Rakennuksen tilavuus viittaa (Xlink) rakennuksen vastaaviin rajapintoihin.



Kahden rakennuksen yhteisen läpikulun mallinnusperiaate

Huomautus: Toisissaan kiinni olevien rakennusten mallintaminen on kuvattu tämän oppaan luvussa 2.7

3.2.3.4 Ominaisuudet

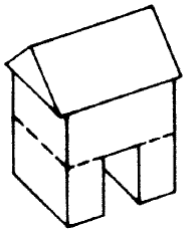
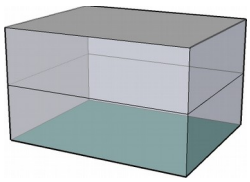
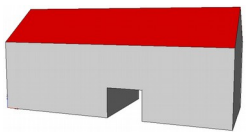
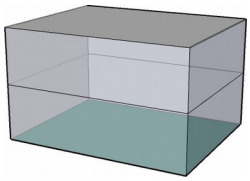
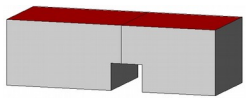
bldg:function

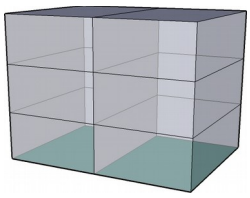
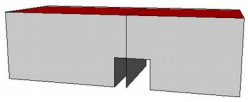
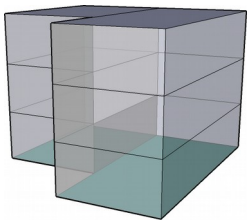
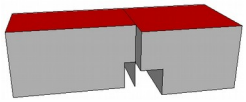
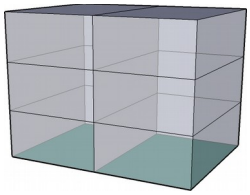
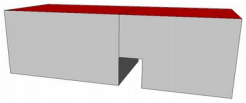
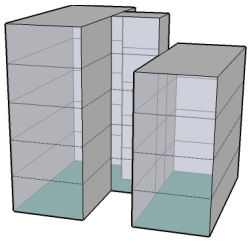
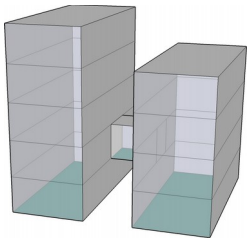
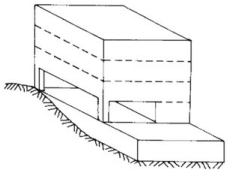
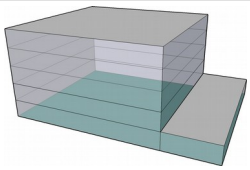
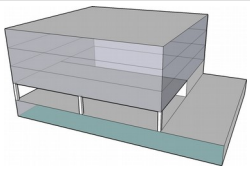
Läpikulku (1002); ks. SIG3D koodiluettelon suositus *bldg:BuildingInstallation --> function*

bldg:boundedBy

suositus: Läpikulku on ulkokuoren rakennelma, joka semanttisesti koostuu rakennuksen rajapinnoista ja mahdollisesti ulkoisesta lattiapinnasta.

3.2.3.5 Esimerkkejä

Läpikulut				
Todellinen esimerkki	CityGML LoD0	CityGML LoD1	CityGML LoD2	CityGML LoD3
 Rakennuksen sisällä sijaitseva läpikulku			 CityGML download	
Kaksi rakennusta, joilla yhteinen läpikulku			 CityGML download	

Kaksi eri rakennusta, joissa erilliset läpikulut			 CityGML download	
Kaksi eri tasossa olevaa rakennusta, joissa erilliset läpikulut			 CityGML download	
Kaksi rakennusta ja toispuoleinen läpikulku			 CityGML download	
Kaksi rakennusta, joiden välillä yhdistävä osa				
 Ylemmän kerroksen läpikulku				

3.2.4 Vinokaton pystyikkunat / Seinätason kattoikkunat

3.2.4.1 Määritelmä

SIG3D: Vinokaton pystyikkuna on rakenne-elementti, joka työntyy ulos vinokaton pinnasta. Vinokaton pystyikkunat voivat olla joko alun perin suunniteltuja tai myöhempiä lisäyksiä rakennukseen, joilla on pyritty luomaan lisää käyttötilaa tai mahdollistettu ikkunoiden lisääminen. V**inokaton pystyikkuna** ei sijaitse rakennuksen ulkoseinän kanssa samassa tasossa. Vinokaton pystyikkuna (tai sen ulkoreuna) sijaitsee vähintään 0,5 m rakennuksen ulkoreunan sisäpuolella.

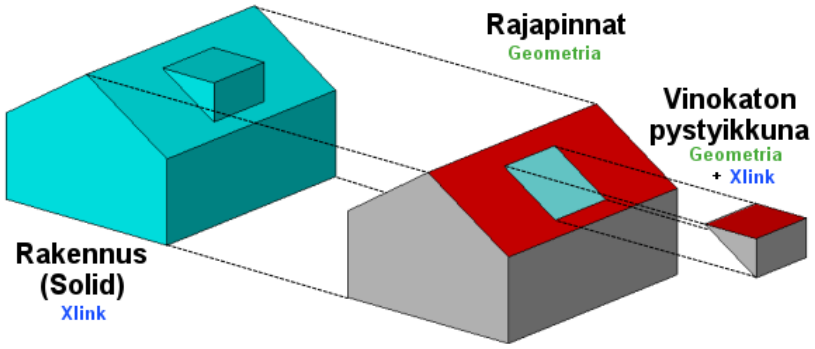
SIG3D: seinätason kattoikkuna on kaltevan kattopinnan yksi- tai useampikerroksinen rakennelma. Siinä on ikkuna, ja rakennelma on katettu. Toisin kuin vinokaton pystyikkuna, seinätason kattoikkuna sijaitsee rakennuksen ulkoseinän tasolla. Seinätason kattoikkunan katto on usein harjakatto, jonka harja on eri suuntainen pääkaton harjan kanssa, jolloin sen sadeverirännit kulkevat ortogonaalisesti pääkaton sadeverirännеihin nähden.
Huomautus: Seinätason kattoikkunaa ei mallinneta erillisenä rakennelmana, vaan osana rakennuksen pääasiallista rajapintaa.

3.2.4.2 CityGML kohdetyyppi

- **LOD1:** ei käytössä
- **LOD2:** *bldg:BuildingInstallation*
- **LOD3:** *bldg:BuildingInstallation*

3.2.4.3 Geometria

- ***gml:Geometry*** **(ei suositella)**
- ***bldg:boundedBy*** **(suositellaan)**
  - **Kynnysarvo LOD2:**
    - Mallinnetaan vain, jos kattoikkunarakennelman korkeus on >= 2 m;
  - **Kynnysarvo LOD3:**
    -
  - **Mallinnusperiaate**
    - Rakennus sisältää kaikki rakennuksen tilavuutta rajoittavat rajapinnat. Rakennuksen tilavuuden sulkemiseksi katon aukkoon määritellään virtuaalinen ClosureSurface-pinta.
    - Vinokaton pystyikkuna (BuildingInstallation) sisältää kaikki geometriaa rajoittavat rajapinnat. Tilavuuden sulkemiseksi määritetään ClosureSurface-pinta tai viitataan rakennuksen vastaavaan ClosureSurface-pintaan (Xlink-viittaus --> OrientableSurface).
    - Molemmat tilavuudet, eli rakennuksen rungon ja vinokaton pystyikkunan tilavuudet (**CompositeSolid**) viittaavat (Xlink) niiden rajapintoihin.



Vinokaton pystyikkunan mallinnusperiaate

3.2.4.4 Ominaisuudet

bldg:function

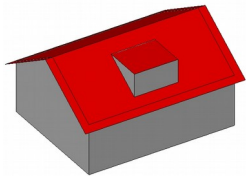
Vinokaton pystyikkuna (1003); ks. SIG 3D koodiluettelon suositus

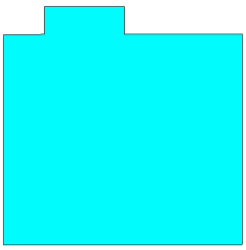
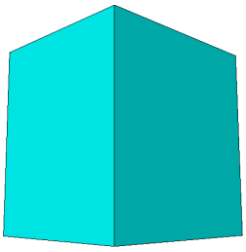
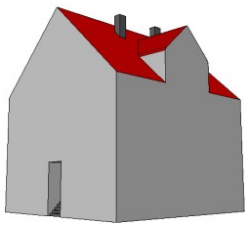
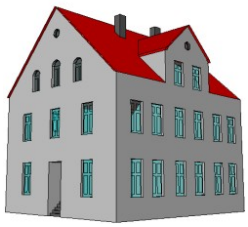
bldg:BuildingInstallation --> function

bldg:boundedBy

suositus: Vinokaton pystyikkuna on ulkokuoren rakennelma, joka semanttisesti koostuu rakennuksen rajapinnoista.

3.2.4.5 Esimerkkejä

Vinokaton pystyikkuna				
Actual Example	CityGML LOD0	CityGML LOD1	CityGML LOD2	CityGML LOD3
			 CityGML download	

Seinätason kattoikkuna				
Todellinen rakennus	CityGML LOD0	CityGML LOD1	CityGML LOD2	CityGML LOD3
	 CityGML download	 CityGML download	 CityGML download	 CityGML download

3.2.5 Arkadit / Arkkitraavit

3.2.5.1 Määritelmä

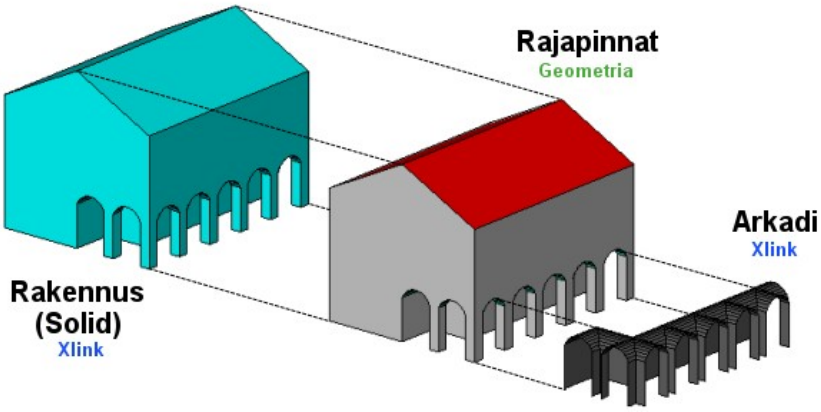
SIG3D: Arkadi (engl. Arcade) on sarja perättäisiä kaaria, jotka tukevat toisiaan, ja jotka lepäävät pylväiden varassa. Vaihtoehtoisesti arkadi on katettu käytävä, jota ympäröivät kaaret molemmin puolin. Lämpimissä tai märissä ilmastoissa ulkopuoliset arkadit suojaavat kävelijöitä.
SIG3D: Arkkitraavi (engl. Architrave) on pylväsrivistön päällä oleva palkki. Se on tyypillinen klassisen arkkitehtuurin elementti. Niitä kutsutaan myös epistyyleiksi.

3.2.5.2 CityGML kohdetyyppi

- **LOD1:** ei käytössä
- **LOD2:** *bldg:BuildingInstallation*
- **LOD3:** *bldg:BuildingInstallation*

3.2.5.3 Geometria

- ***gml:Geometry*** **(ei suositella)**
- ***bldg:boundedBy*** **(suositellaan)**
  - **Kynnysarvo LOD2:**
    - Kynnysarvo pylväiden mallintamiseen: pylvään ympärille piirretyn laatikon (BoundingBox) kaikki sivut >= 0.5 m
  - **Mallinnusperiaate**
    - Rakennus sisältää kaikki geometriaa rajoittavat rajapinnat
    - Arkadi (BuildingInstallation) **viittaa (Xlink)** rakennuksen vastaaviin rajapintoihin
    - Rakennuksen tilavuus viittaa (Xlink) rakennuksen vastaaviin rajapintoihin

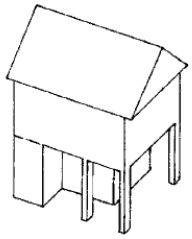
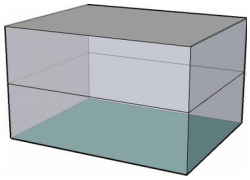
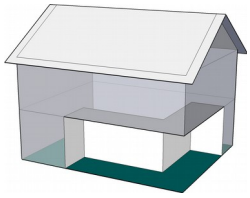
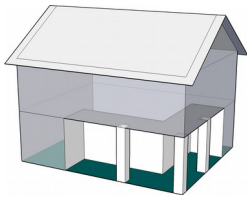


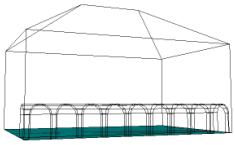
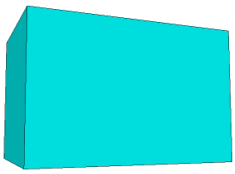
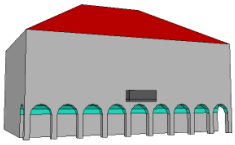
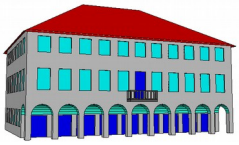
Arkadin mallinnusperiaate

3.2.5.4 Ominaisuudet

bldg:function
Arkadi (1009); ks. SIG3D koodiluettelon suositus *bldg:BuildingInstallation --> function*
bldg:boundedBy
suositus: Arkadi on ulkokuoren rakennelma, joka semanttisesti koostuu rakennuksen rajapinnoista.

3.2.5.5 Esimerkkejä

Arkadit				
Todellinen esimerkki	CityGML LOD0	CityGML LOD1	CityGML LOD2	CityGML LOD3
				
				

Arkadi				
Todellinen rakennus	CityGML LOD0	CityGML LOD1	CityGML LOD2	CityGML LOD3
	 CityGML download	 CityGML download	 CityGML download	 CityGML download