

# Realitātes modelēšana mūsdienu skatījumā: «tautas» fotogrammetrija un lāzerskenēšana

Ints Lukss

**Realitātes modelēšanas meistarklase**  
Rīga, 2017.gada 31.maijs



# Realitātes 3D modelēšana

"Realitāte ir tikai ilūzija, kaut arī ļoti noturīga." – Alberts Einšteins

- Realitātes 3D modelēšana: reālās pasaules objektu vai vides dokumentēšana trijās dimensijās, izmantojot lāzerskanēšanas vai fotogrammetrijas metodes
- Realitātes modeļus lietojam, lai attēlotu un analizētu reālo situāciju un/vai plānotās izmaiņas tajā. Datorizētā vidē tiek veidots vizualizējams 3D modelis, kuram datu avots ir esošā reālā vidē veiktie mērījumi
- Realitātes modelim ir plašs pielietojumu loks, sākot ar vizuālo aplūkošanu un publicēšanu, beidzot ar kalpošanu par informācijas avotu renovācijas un pārbūves projektēšanai, situācijas vai stāvokļa novērtēšanai, telpiskai analīzei, procesu kontrolei un lēmumu pieņemšanai
- Realitātes modeli var papildināt ar plānoto izmaiņu projektu, piemēram, būvniecības informācijas modelēšanas (BIM) procesā radīto būvju 3D modeļiem, tā nodrošinot plānoto izmaiņu vizuālā izskata un ietekmes izvērtēšanu
- Realitātes modeli kopā ar plānotajām izmaiņām var atdzīvināt, izmantojot fotoreālistisku animāciju



# Realitātes izgūšana

- Datu izgūšanai par reālo vidi un tās objektiem šobrīd izmanto divas metodes:
  - **Lāzerskenēšanu (LIDAR)**: attālumu un leņķu mērišana ar telpu skenējošu lāzera staru, kas dod miljoniem telpisku lokalizētu punktu – punktu mākonī. Tā ir tieša mērišanas metode.
  - **Fotogrammetriju**: analizē reālās vides attēlus, kas ir uzņemti no vairākiem skatu punktiem, un automātiski detektē pikseļus attēlā, kuri atbilst vienam un tam pašam fiziskam punktam. No daudzām šādām atbilstībām nosaka attēlu relatīvo orientāciju un fotografēto objektu 3D formu. Tā ir netieša mērišanas metode.

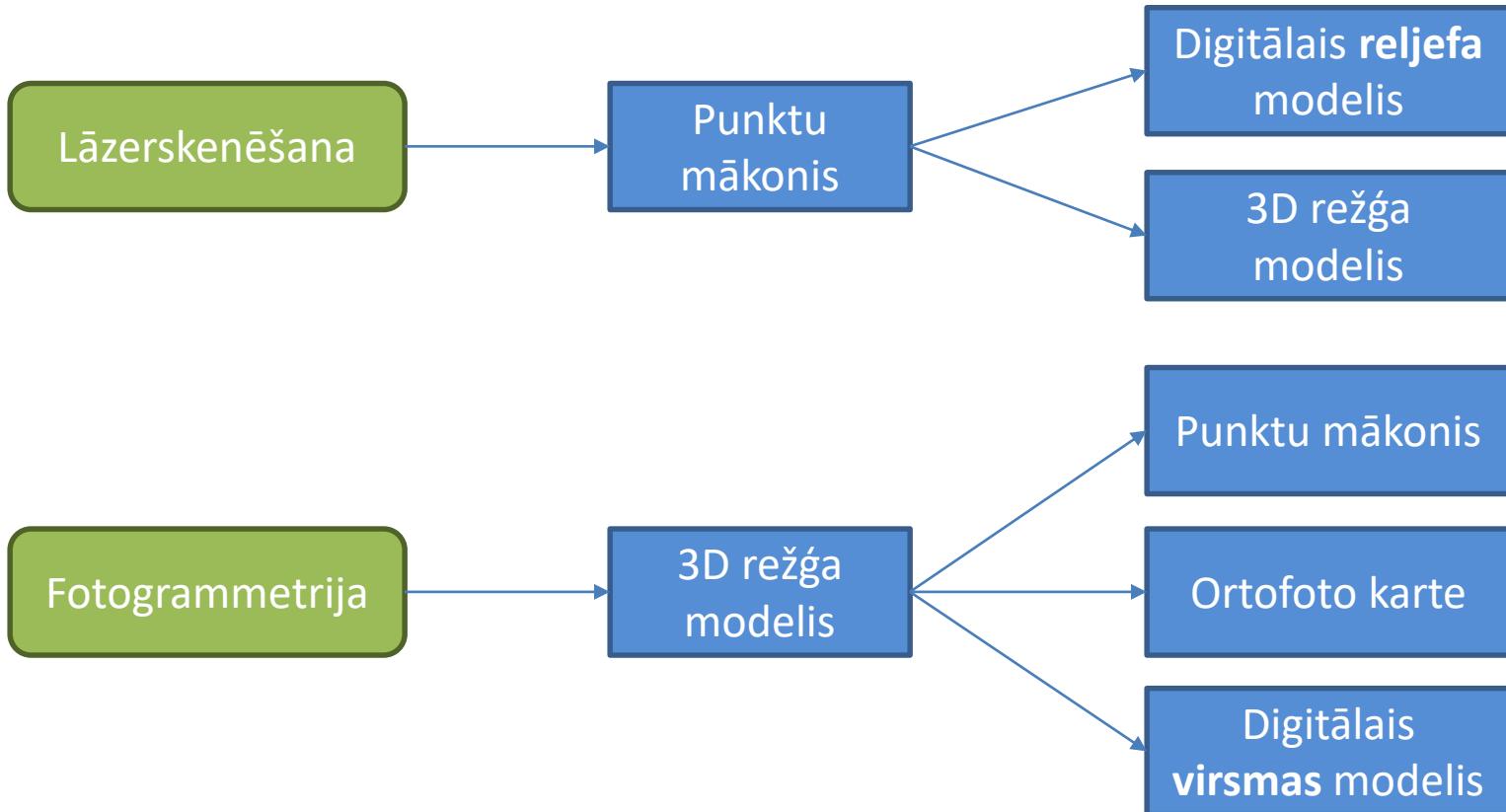


# Fotogrammetrija un lāzerskanēšana

Raksturojums	Fotogrammetrija	Lāzerskenēšana
Sensors	pasīvs	aktīvs
Precizitāte (apvidus objektiem)	centimetri	milimetri
Attāluma diapazons	neierobežots	ierobežots ar iekārtas iespējām
Tekstūras atveidošana	izcila	viduvēja
Caurspīdīgu/reflektējošu virsmu atveidošana	slikta	slikta
Blīvas veģetācijas atveidošana	ierobežota	laba, ja var apstrādāt vairākus atstarojumus
Atkarība no apgaismojuma	nepieciešams labs apgaismojums	apgaismojums nav svarīgs
Datu apstrāde	automātiska	automātiska, ja lieto marķerus
Datu produkti	3D režģa modelis, punktu mākonis, ortofotokarte, digitālais virsmas modelis	punktu mākonis, 3D režģa modelis, digitālais reljefa modelis
Iekārtu izmaksas	zemas	augstas
Dronu pielietošana	neierobežota	ierobežota ar drona celtpēju
Rezultātu/iespēju uzlabošana	pilnveidojot programmatūru	nomainot iekārtu
Personāla kvalifikācijas prasības	minimālas	vidējas vai augstas

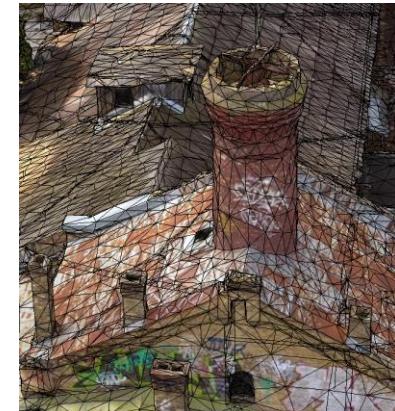


# Datu produkti



# Punktu mākonis un 3D režģa modelis

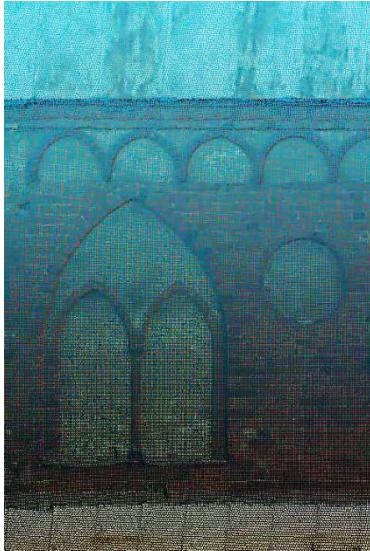
- Punktu mākonis ir datu punktu kopa kādā noteiktā koordinātu sistēmā:
  - Punkti parasti ir reprezentēti ar X, Y un Z koordinātām, un iespējams ar to krāsu (RGB) vai intensitāti
  - Visbiežāk ar tiem attēlo reālā objekta vai apvidus virsmu
  - Raksturojas ar lielu datu daudzumu – desmiti un simti miljoni punktu, kas aizņem daudzus gigabaitus datu glabāšanas ierīcēs
  - Parasti nav tieši izmantojami 3D un CAD lietojumprogrammās, bet tos izmanto kā izejas datus attiecīgo virsmu konstruēšanai
- Režģa modelis ir virsotņu, šķautņu un skaldņu apkopojums, kas reprezentē daudzskaldņu objektu formu:
  - Parasti pielieto trīsstūru skaldnes
  - Skaldnes var tikt attēlotas ar tekstūrām, veidojot fotoreālistisku objekta modeli
  - Būtiski ekonomē datoru atmiņu salīdzinot ar punktu mākoni (par vairākām kārtām)
  - Ir tieši izmantojams 3D un CAD lietojumprogrammās, kā arī modeli var izmantot kā izejas datus objektu rekonstrukcijai



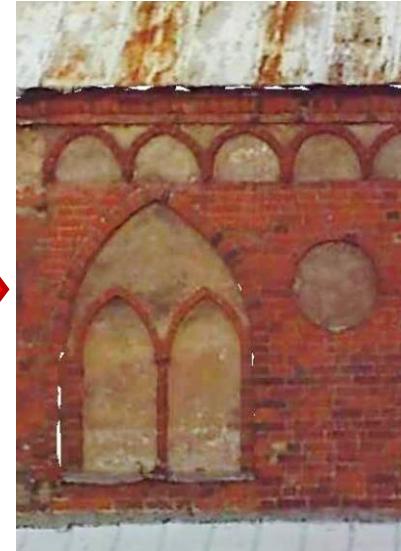
# No punktu mākoņa uz 3D režga modeli un atpakaļ

## Lāzerskenēšana

Punktu mākonis



3D režga modelis



## Fotogrammetrija

3D režga modelis



Punktu mākonis



# Modernā («tautas») fotogrammetrija

- Datu iegūšana
  - Dažādu digitālo kameru izmantošana: kompaktkameras, bezspoguļ kameras, spoguļkameras, videokameras, iebūvētās kameras
  - Dažādas attēlu uzņemšanas metodes: no zemes, no zemes transporta līdzekļiem, no pārlidojumiem, no aplidojumiem; dažādas šo metožu kombinācijas
  - Mazāki sagatavošanās darbi un ātrāka lauka darbu veikšana
  - Automātiska attēlu uzņemšanas plānošana un izpilde
- Datu apstrāde
  - Pilnīgi automātiska datu apstrāde ar specializētu programmatūru (Bentley Context Capture, Pix4Dmapper, Agisoft PhotoScan) vai mākoņdatošanas pakalpojumiem
  - Nav nepieciešama iepriekšēja kameras kalibrēšana
- Datu produkti
  - 3D režģa (*mesh*) modelis, 3D punktu mākonis, patiesa ortofoto karte, digitālais virsmas modelis (DTM)

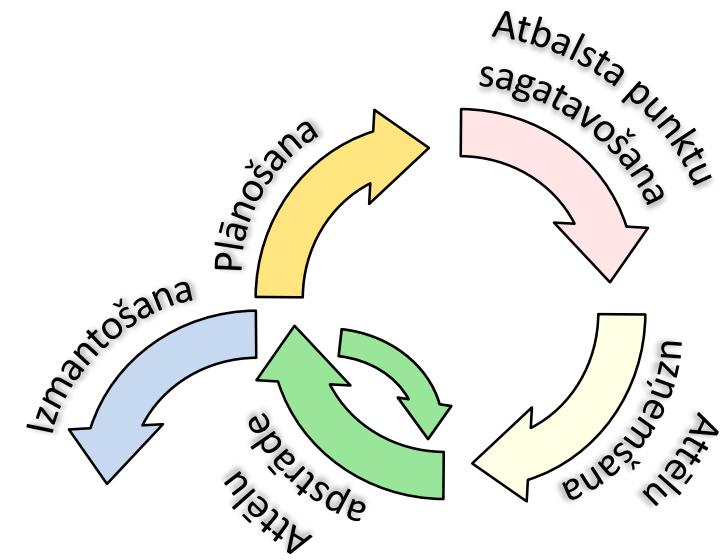


# Fotogrammetrijas darba plūsma

1. Attēlu uzņemšanas plānošana
2. Atbalsta punktu markēšana un uzmērišana
  - Nav obligāta, bet ir nepieciešama absolūtās precīzitātes nodrošināšanai
3. Attēlu uzņemšana



4. Attēlu automātiska apstrāde
  - Aerotriangulācijas veikšana (saistpunktu noteikšana, attēlu pozicionēšana un orientēšana, ainas ģeotelpiskā piesaiste), 3D modeļa generēšana, nepieciešamo datu produkta generēšana (3D punktu mākonis, ortofoto karte, DSM)
5. Iegūto ģeodatu tālāka apstrāde un rezultātu izmantošana



# 3D modeļa pielietojumi

- Tieša izmantošana
  - Modeļa aplūkošana (mērogošana, rotācija, pārvietošana, mērīšana, izmantošana par fonu): situācijas un tehniskā stāvokļa apsekošana, izmaiņu konstatēšana, kultūrvēsturisko objektu dokumentēšana, norakumu un uzbērumu apjomu noteikšana, lēmumu pieņemšana, rīcības plānošana avārijas situācijās u.c.
- Atvasinātie produkti
  - Būvniecības informācijas modelēšana (BIM)
  - Digitālais pilsētas modelis
  - Telpiskā analīze
- Publicēšana
  - Atsevišķo objektu vai teritoriju ievietošana portālos
  - Lielu teritoriju un datu apjomu publicēšana internetā



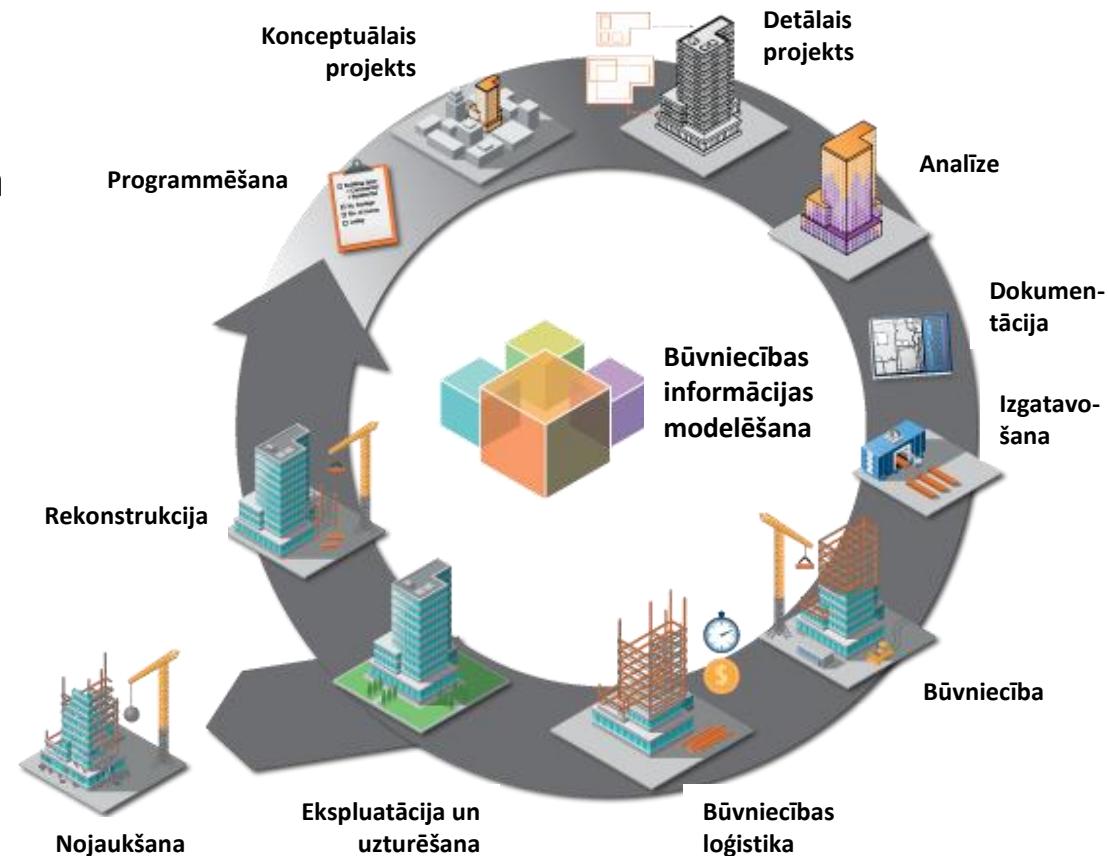
# Objektu tehniskā stāvokļa apsekošana



# Būvniecības informācijas modelēšana

## 3D modeļu izmantošana BIM procesā

- Esošās situācijas modelis kā izejas dati rekonstrukcijai, konceptuālam un detālam projektam
- Būvlaukuma modelēšana būvniecības uzraudzībai un kontrolei
- Gatavās būves modelis (*as built*) izpilddokumentācijai
- Būves modelēšana ekspluatācijai un uzturēšanai, kā arī tehniskā stāvokļa uzraudzībai

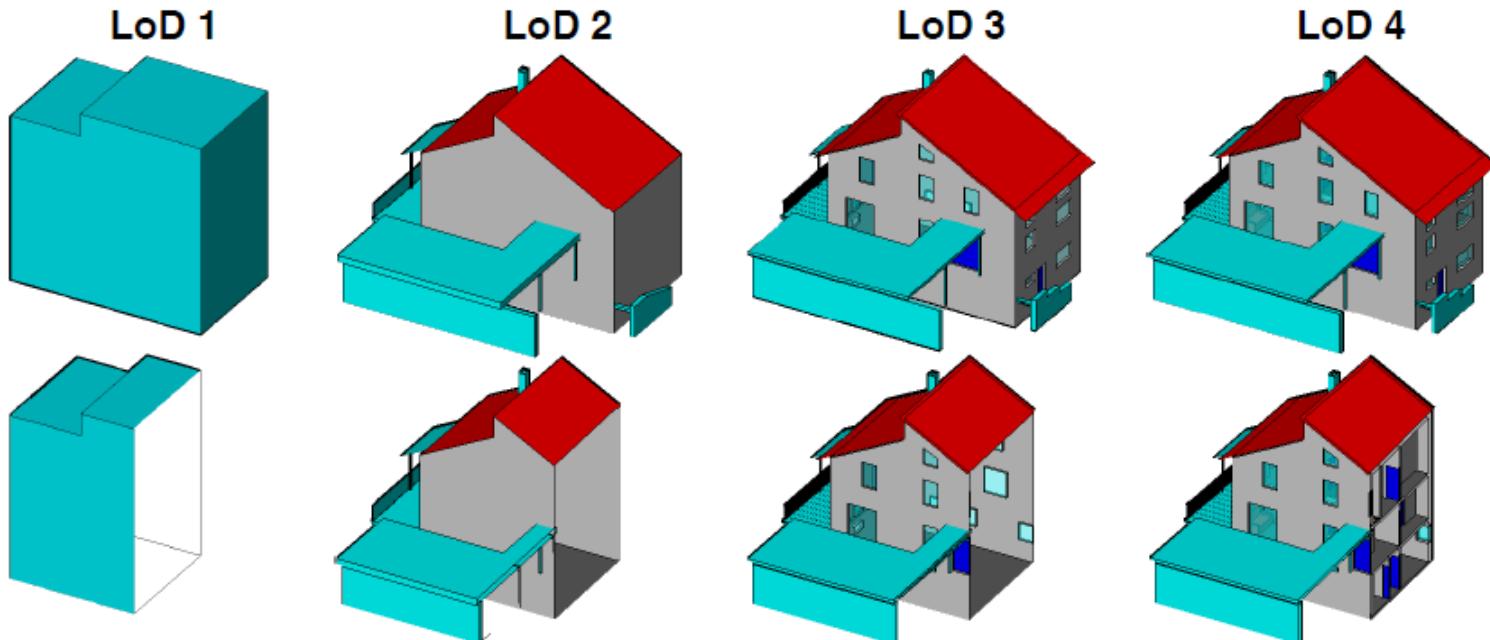


# Detalizācijas līmeņi BIM

UK	USA	Skaidrojums		UK	USA	Skaidrojums	
LOD 1		Būvniecības iecere un novietojums – komunikācijai un ierobežojumu noteikšanai		LOD 4	LOD 300	Tehniskais projekts – pabeigts arhitektūras risinājums, precīzs izmēros un novietojumā, gatavs izvērtēšanai	
LOD 2	LOD 100	Konceptuālais projekts – apjomu, platības, orientācijas un izmaksu sākotnējais novērtējums		LOD 5	LOD 400	Konstrukcija – precīzs konstrukciju modelis, kas atbilst būvkonstrukciju prasībām	
LOD 3	LOD 200	Ģenerālplāns – precīzēti daudzumi, apjomi, formas, platība un orientācija		LOD 6	LOD 500	Izpildokumentācija – kā uzbūvēts	

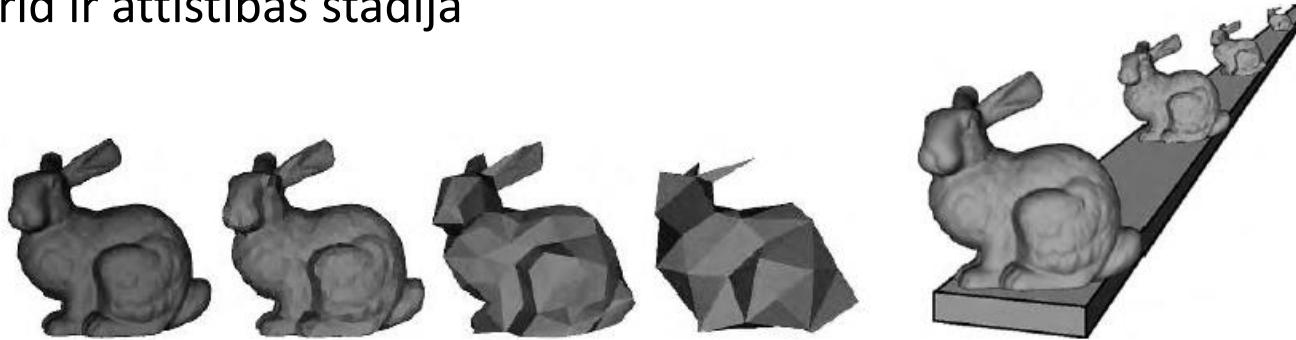
# Detalizācijas līmeņi pilsētu 3D modeļos

Nosaka CityGML standarts



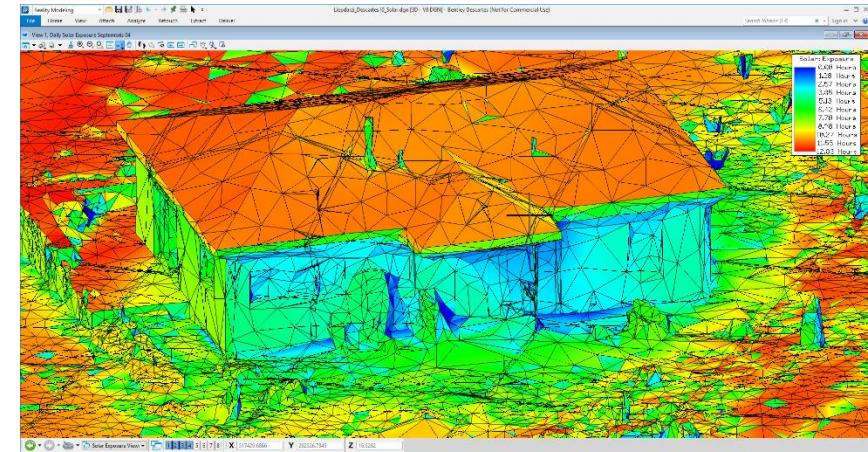
# 3D režģa modeļa detalizācijas līmenis

- Detalizācijas līmenis ir orientēts uz reprezentācijas mērogu un var būt nepārtraukts pretstatā CityGML un BIM standartizētiem LOD, kas ir diskrēti
- Nepārtraukts LOD dod iespēju attīstīt straumējamus datu formātus
- Konvērtēšana no nepārtraukta LOD uz diskrētu (generalizācija) nav vienkārša un nav pilnībā automatizējama, tādēļ konkrētiem pielietojumiems ir jāizvērtē tās nepieciešamība
- CAD un GIS programmatūrā 3D režģa modeļu pilnvērtīgas izmantošanas rīki šobrīd ir attīstības stadijā



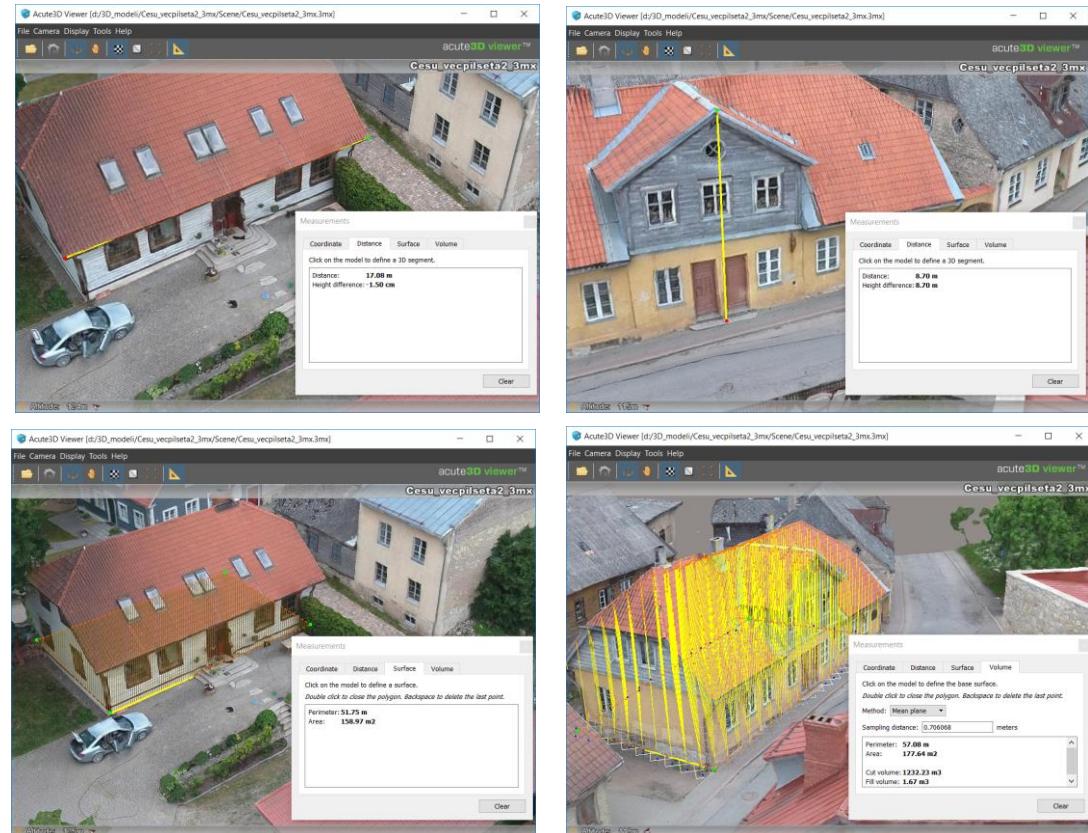
# Citi datu produkti un pielietojumi

- Pilsētplānošana
- Būvju apjoma noteikšana un 3D kadastrs
- Telekomunikāciju attīstības plānošana (redzamība)
- Palieņu noteikšana un plūdu prognozēšana
- Saules enerģijas potenciāla novērtēšana
- Vēju simulācija
- Trokšņu kartēšana
- Avārijas situāciju pārvaldība
- NĪ brokeru piedāvājumi klientiem
- Tūrisma informācija
- Realitātes spēles un simulācijas utt.



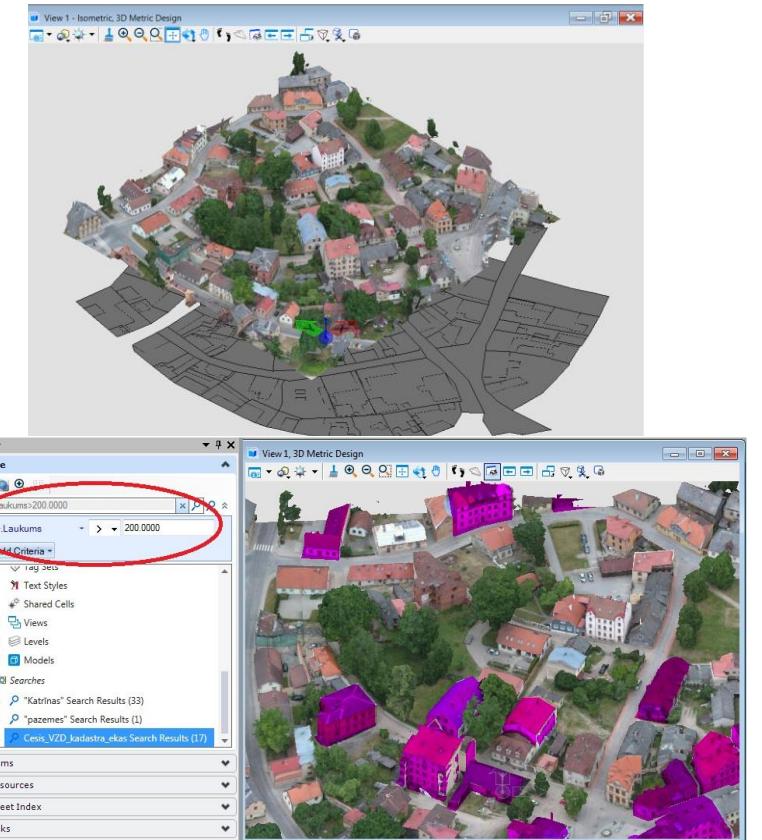
# Piemērs – būves apjoma noteikšana

- Izmantojot 3D modeļu pārlūku Acute3D Viewer, uz modeļa var izmērīt zemes un ēku galvenos raksturojošos lielumus – izmērus, augstumus, perimetrus, platības, tilpumus, kas nepieciešamas nekustamo īpašumu objektu apjoma noteikšanai.
- Datu savākšana notiek no attāluma, neieejot īpašumā, un nepieciešamos mērījumus var veikt birojā.
- Modeļa izveide nodrošina augstu privātuma aizsardzības pakāpi – modelī ir ietverti tikai statiski objekti, nav cilvēku un mašīnu kustībā.



# Piemērs – klasificēšana ar datiem no kadastra

- Vispārīgā gadījumā režģa modelis ir nepārtraukta 3D virsma, kas nav sadalīta atsevišķos objektos. Sadalīšanu var veikt ar datiem no citām telpisko datu kopām, kuras lieto kā klasifikatorus, piemēram, 2D kadastra karte.
- Klasificēšanas secība ar Bentley MicroStation programmatūras rīkiem:
  - Atver jaunu 3D grafisko datni.
  - Tam pievieno teritorijas režģa modeli.
  - Pievieno kadastra slāņu (zemes vienības, ēkas, vērtību zonējumu utt.) SHP datnes kā klasifikatorus.
  - Izvēlas aktīvo klasifikatoru, piemēram, ēku slāni, un norāda klasificēšanas rezultāta attēlošanas veidu (parādīt, noslēpt, noēnot, izcelt).
  - Lieto atribūtu vērtības, piemēram, apbūves laukumu, lai klasificētu ēkas.



## Recent WorkSets

You haven't opened any files from a WorkSet recently.

Browse for files, create a new file, or select another WorkSpace or WorkSet from the drop-down menus.

No WorkSpace  
No WorkSet

# Bentley Descartes CONNECT Edition

No WorkSpace ▾ No WorkSet

## Recent Files



Cesis.dgn

D:\VZD\_3D\_kadastra\_demo\DGNS\

Model: 3D Metric Design ▾

Modified: 30.05.2017 18:17:10

Size: 86 KB



Cesis.dgn

C:\Users\Admin\Documents\

Model: 3D Metric Design ▾

Modified: 30.05.2017 17:59:37

Size: 86 KB



Cesis.dgn

D:\VZD\_3D\_kadastra\_demo\Cesis\_demo\

Model: 3D Metric Design ▾

Modified: 03.05.2017 16:13:41

Size: 86 KB



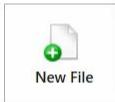
4311-32-22.4-010000.dgn

D:\ContextCapture\_projects\Wagener\

Model: Default ▾

Modified: 21.03.2017 11:55:36

Size: 5507 KB



[Noskatieties video!](#)



## No WorkSet

- Open files without a WorkSpace or WorkSet
- Only certain configuration levels are applied

# Paldies par uzmanību!

Mūsu vietnes Internetā:

[www.mikrokods.lv](http://www.mikrokods.lv)  
[demo.mikrokods.lv](http://demo.mikrokods.lv)

