



# Baltic Tour **BIM and Beyond**

Organizers



Technology  
Partner

**Bentley**<sup>®</sup>  
*Advancing* Infrastructure



# Realitātes 3D modeļu praktiskā pielietošana projektēšanā un būvniecībā

Riga, 2018-09-13

Vilnius, 2018-09-21

Tallinn, 2018-09-25

Ints Lukss

SIA "MikroKods", valdes loceklis





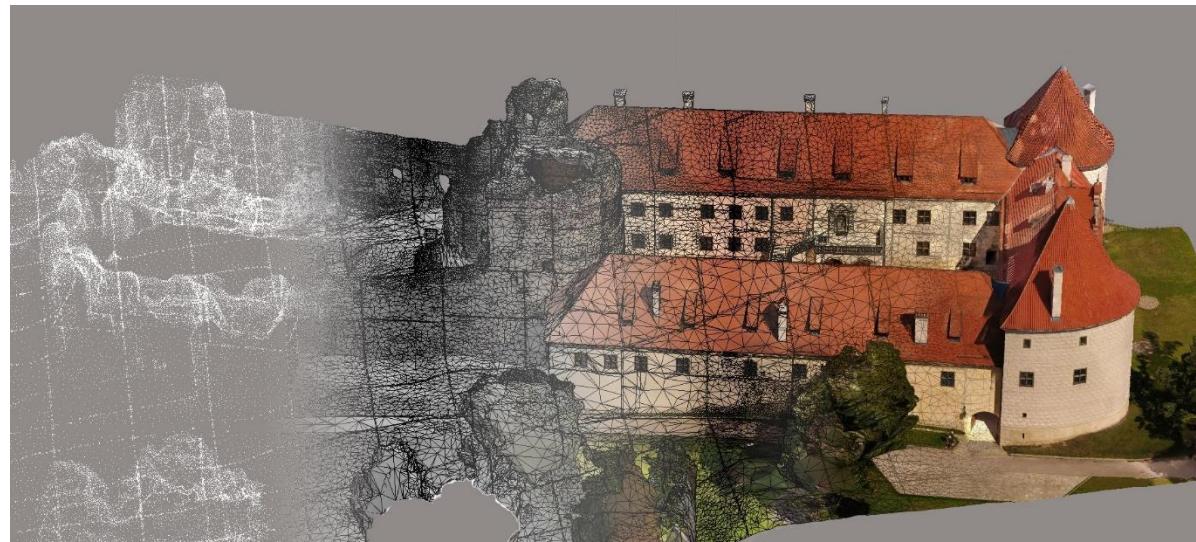
# Realitātes 3D modelēšana

Datu izgūšana un datu produkti



# 3D modelēšana

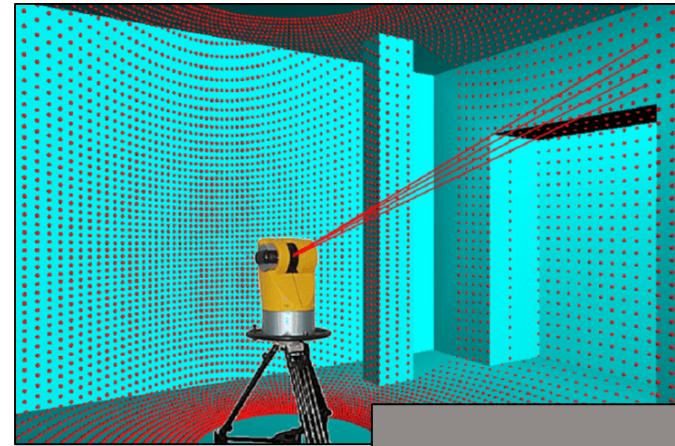
- Datorgrafikas terminoloģijā: **3D modelēšana** ir objekta jebkuras virsmas matemātiskās reprezentācijas izstrāde 3 dimensijās ar specializētas programmatūras palīdzību.
- Reālās pasaules vai **realitātes modelēšana** tiek veikta, izmantojot reālā pasaulē veiktus mērījumus.





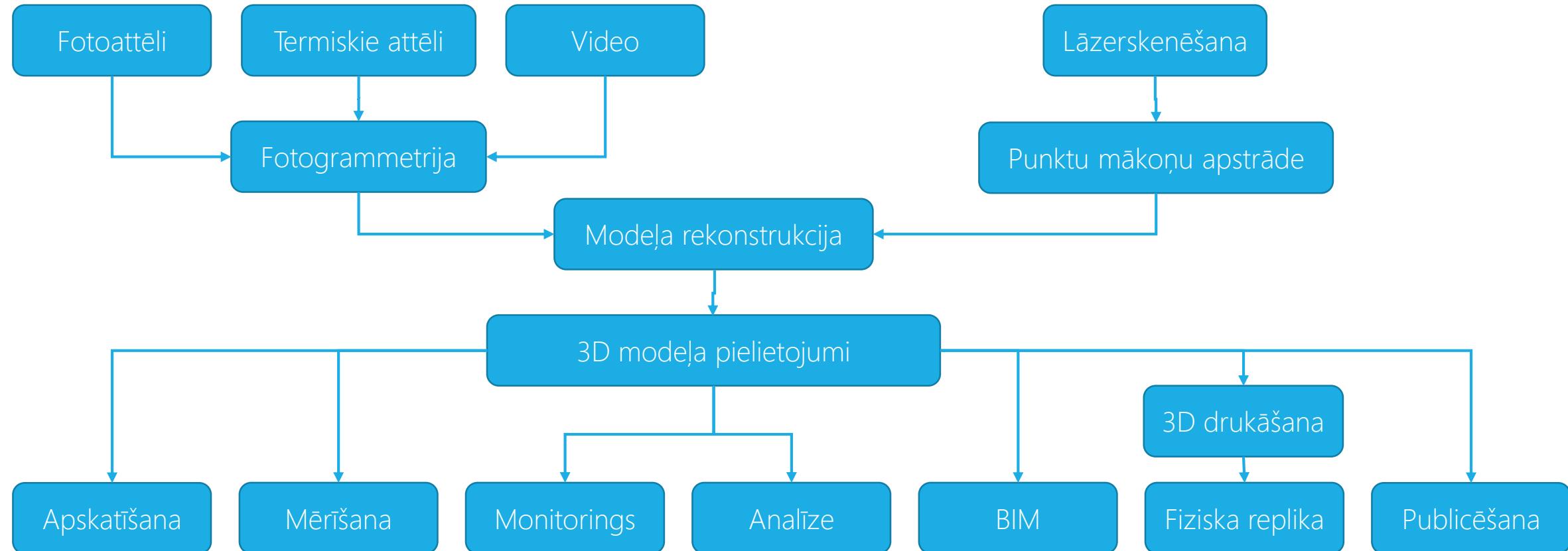
# Datu izgūšana

- Datu izgūšanai par reālo vidi un tās objektiem šobrīd galvenokārt izmanto divas metodes:
  - Lāzerskenēšanu (LIDAR): attālumu un leņķu mērišana ar telpu skenējošu lāzera stāru, 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 pikselus attēlā, kuri atbilst vienam un tam pašam fiziskam punktam. No daudzām šādām atbilstībām nosaka attēlu relatīvo orientāciju un fotografēto objektu 3D modeli. Tā ir netieša mērišanas metode.





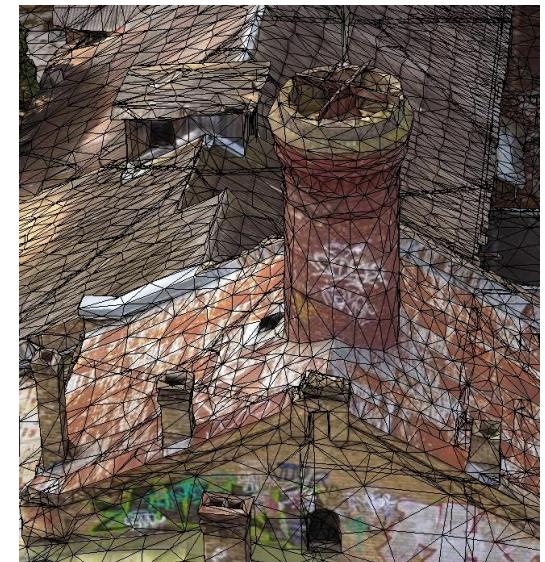
# Realitātes 3D modelēšanas process





# 3D datu produkti

- **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
  - Raksturojas ar lielu datu daudzumu – desmiti un simti miljoni punktu, kas aizņem daudzus gigabaitus datu glabāšanas ierīcēs
- **Režģa modelis** ir virsotņu, šķautņu un skaldņu apkopojums, kās reprezentē daudžskaldņu objektu formu:
  - Skaldnes var tikt attēlotas ar tekstūrām, veidojot fotoreālistisku objekta modeli
  - Būtiski ekonomē datoru atminu salīdzinot ar punktu mākonī (par vairākām kārtām)



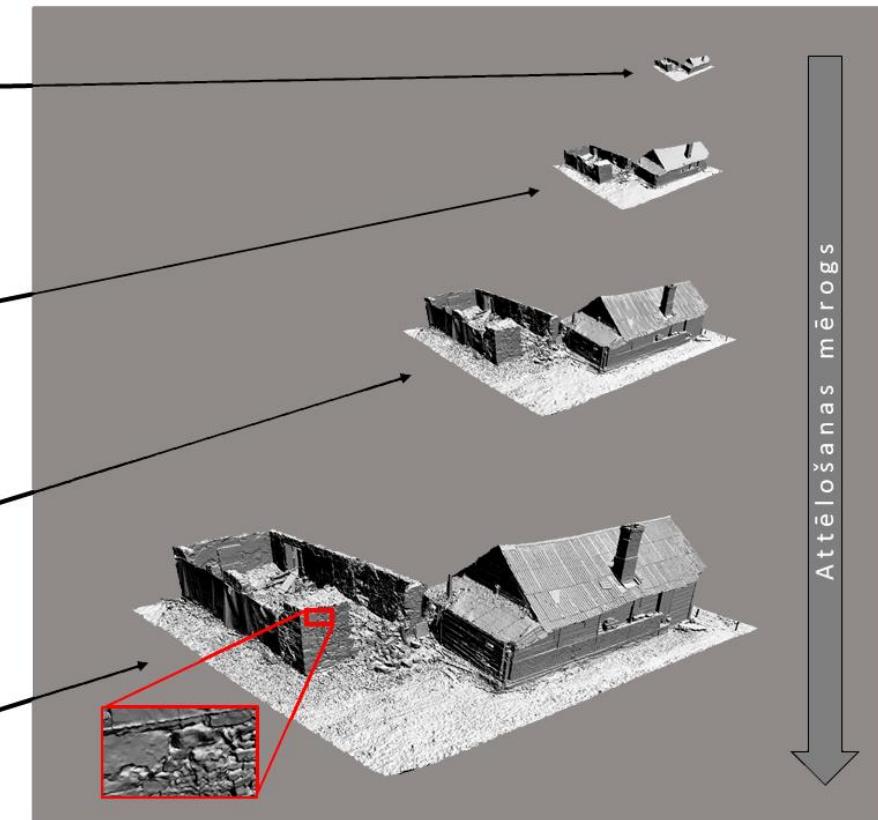


# Datu produkta raksturojums

- **Ģeometriskā precīzitāte** – punktu (punktu mākonim) un virsotņu (režģa modelim) telpiskā novietojuma atbilstība tam atbilstošā punkta novietojumam mērāmajā objektā.
  - Lāzerskenēšanas precīzitāti nosaka aparāta precīzitātes klase un attālums līdz objektam.
  - Fotogrammetriskās uzmērīšanas precīzitāti nosaka kameras parametri, uzņemšanas attālums (augstums) un attēlu atbilstība fotogrammetrijas prasībām.
- **Detalizācijas līmenis** - punktu blīvums (punktu mākonim) un skaldņu skaits virsmas platības vienībā (režģa modelim). Jo lielāks ir detalizācijas līmenis, jo punktu mākonis vai režģa modelis attēlo sīkākas objekta detaļas.



# Detalizācijas līmenis





# 2D datu produkti

- Patiesa ortofotokarte

LGIA ortofotokarte



Ortوفotokarte no modeļa



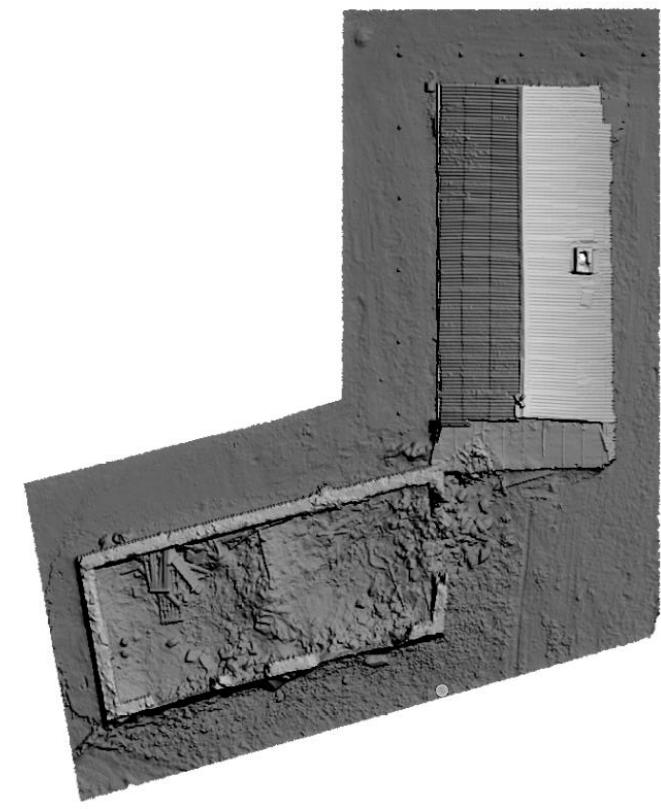
- Ortofoto uzņēmums





# 2D datu produkti

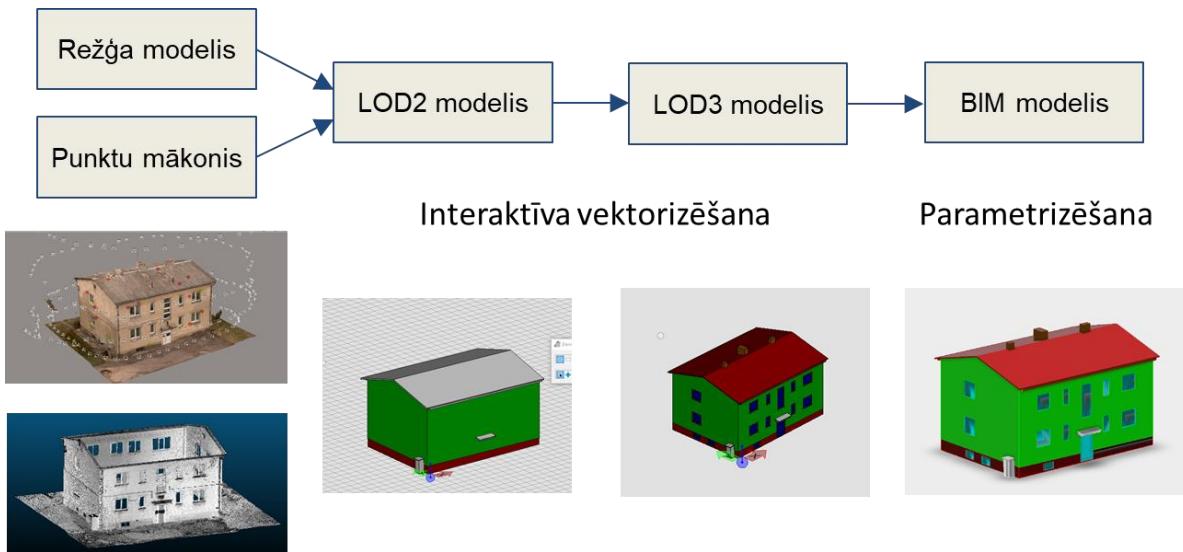
- Ēkas sienas izklājums, ko iegūst, ja modeļa virsmu projicē uz tāi tuvākās liektas vai citas virsmas, kas ir izklājama plaknē.
- Digitālais virsmas modelis, kas ir rastra režījs, kurā katrs pikselis satur informāciju par tam atbilstošās vietas augstumu.





# 3D CAD modelis

- Ar datorizētās projektēšanas (CAD) programmatūru izveidots 3D modelis, kas ar ģeometriskiem primitīviem (līnijām, virsmām, kermenjiem) attēlo projektējamo objektu. Izmanto arī būvniecības informācijas modelēšanā (BIM) un 3D ģeogrāfiskās informācijas sistēmās (GIS).
  - Tiešā modelēšana – modelis sastāv no fiksētām ģeometrijām.
  - Parametriskā modelēšana – modeļa noteikšanai lieto ģeometrisko primitīvu parametrus: izmērus, attālumus, rādiusus utt., kā arī ierobežojumus. Šos parametrus var mainīt, kas automātiski izmaiņa arī modeli.





# Realitātes 3D modelēšana un BIM

3D realitātes modelēšanas metožu un datu produktu pielietošana BIM procesā



# BIM process

3D modelēšanas pielietošana izmantošana BIM procesā:

- Esošās situācijas modelis kā izejas dati telpiskais izpētei, 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.
- Būves virtuālā dokumentēšana pirms tās nojaukšanas





# Būves tehniskā apsekošana

- Objekta fotogrammetriska uzņemšana
- 3D režģa modelis:
  - Aplūkošana
  - Mērišana
  - Horizontāli un vertikāli šķērsgriezumi
  - Animēšana





# Renovācijas sagatavošana

- Objekta fotogrammetriskā uzmērišana un/vai lāzerskenēšana
- Datu produkti:
  - 3D modelis
  - Punktu mākonis
  - Fasāžu ortofoto uzņēmumi
  - Uzņemtie fotoattēli





# Renovācija

Lāzerskenēšana



Modelis no punktu mākoņa

Fotografēšana

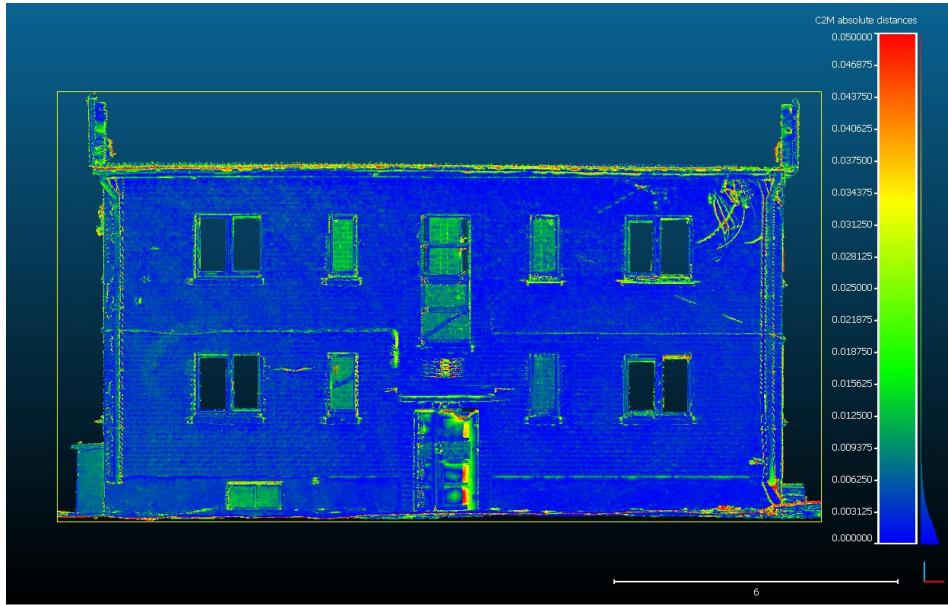


Modelis no fotoattēliem





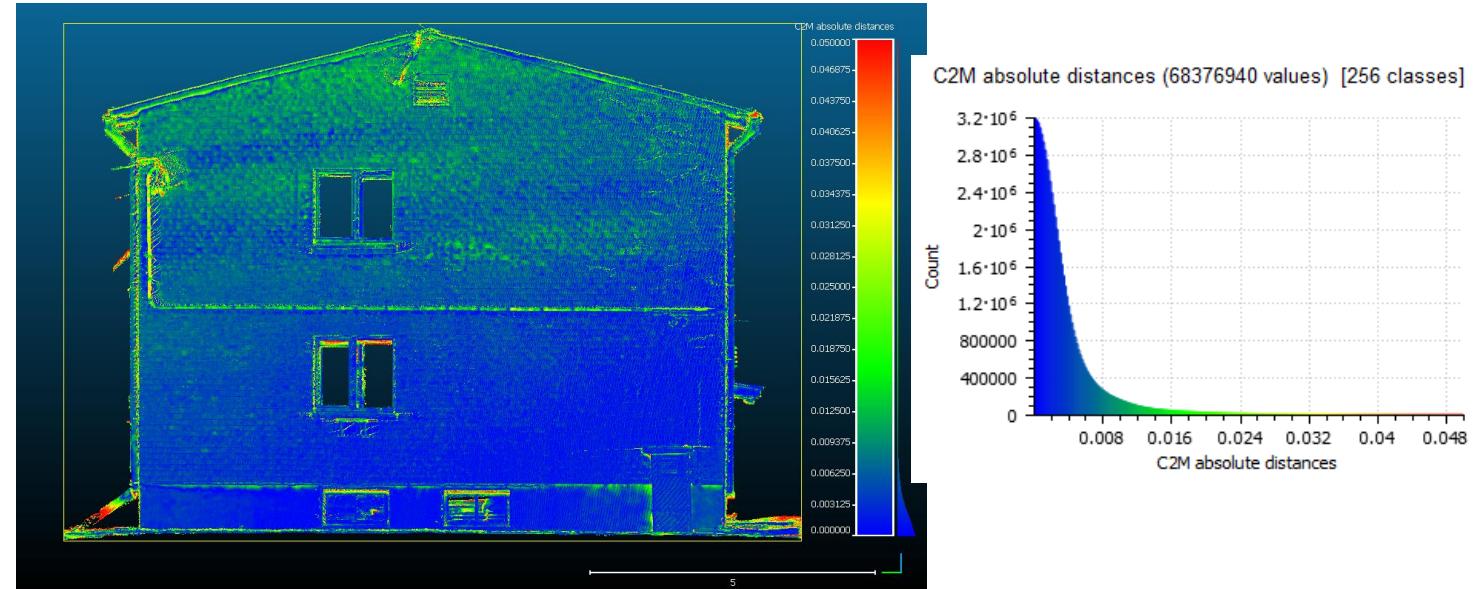
# Uzmērišanas metožu salīdzinājums



Atšķirība virsmās nepārsniedz 1 cm

Eiropas Savienības H2020 ietvara projekts MORE-CONNECT:  
<https://www.more-connect.eu/>

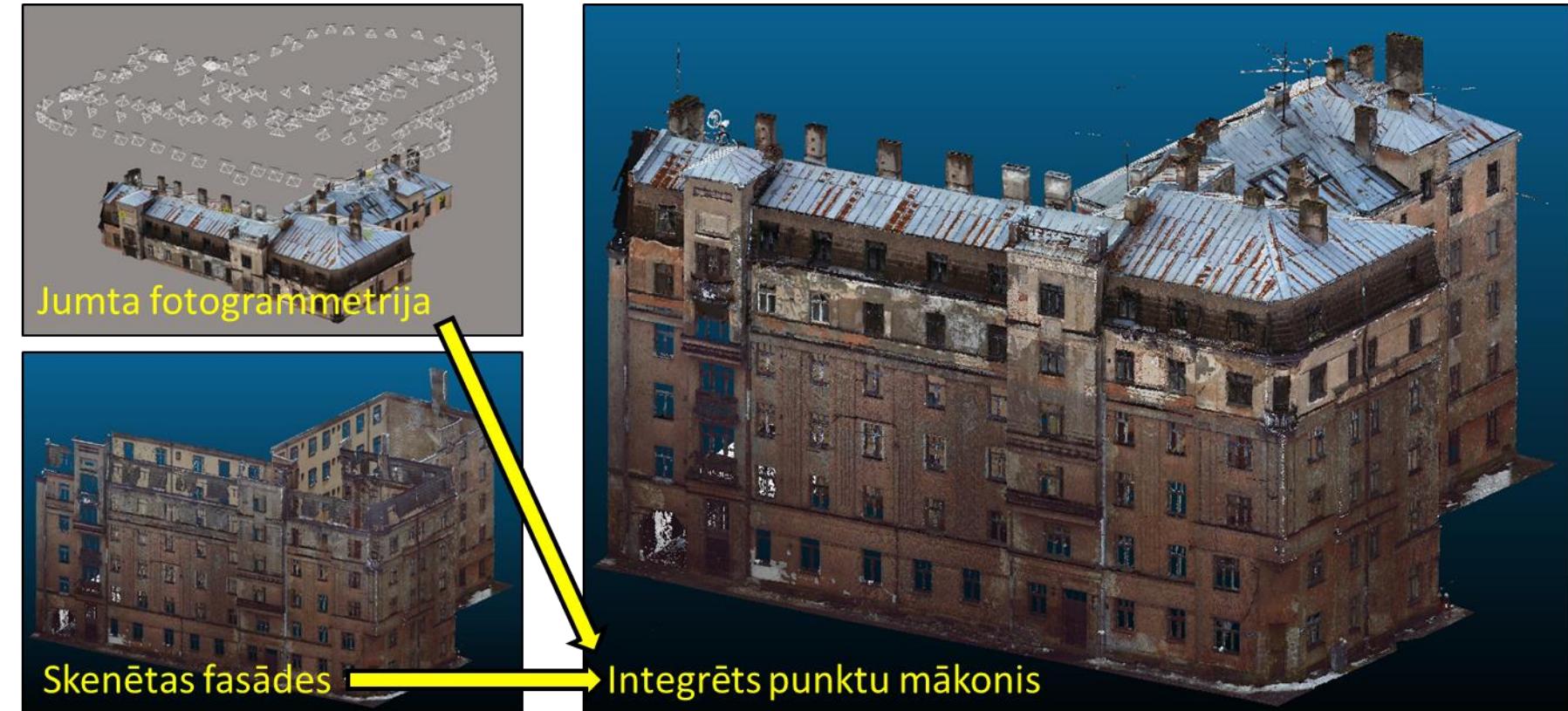
Lāzerskenēšana un fotogrammetrija





# Uzmērišanas metožu kombinēšana

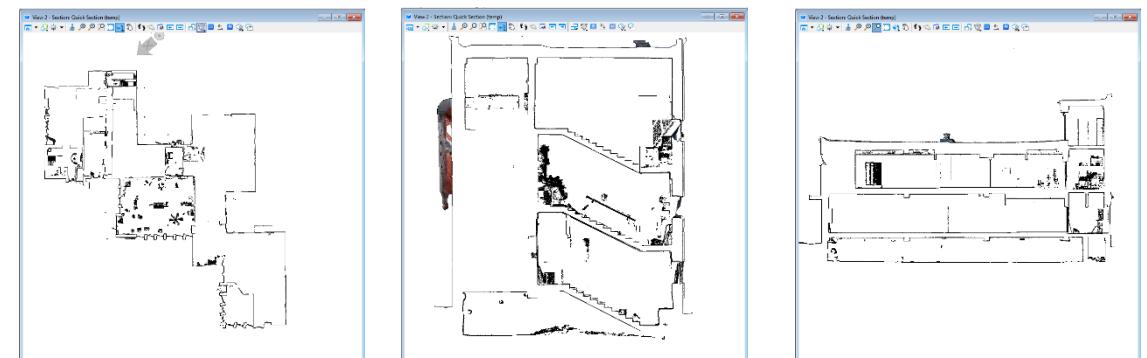
- Dažādas piekļuves iespējas
- Dažādas precizitātes prasības
- Izmantojama konkrētam gadījumam piemērotākā metode





# Fasādes un iekštelpas vienā modelī

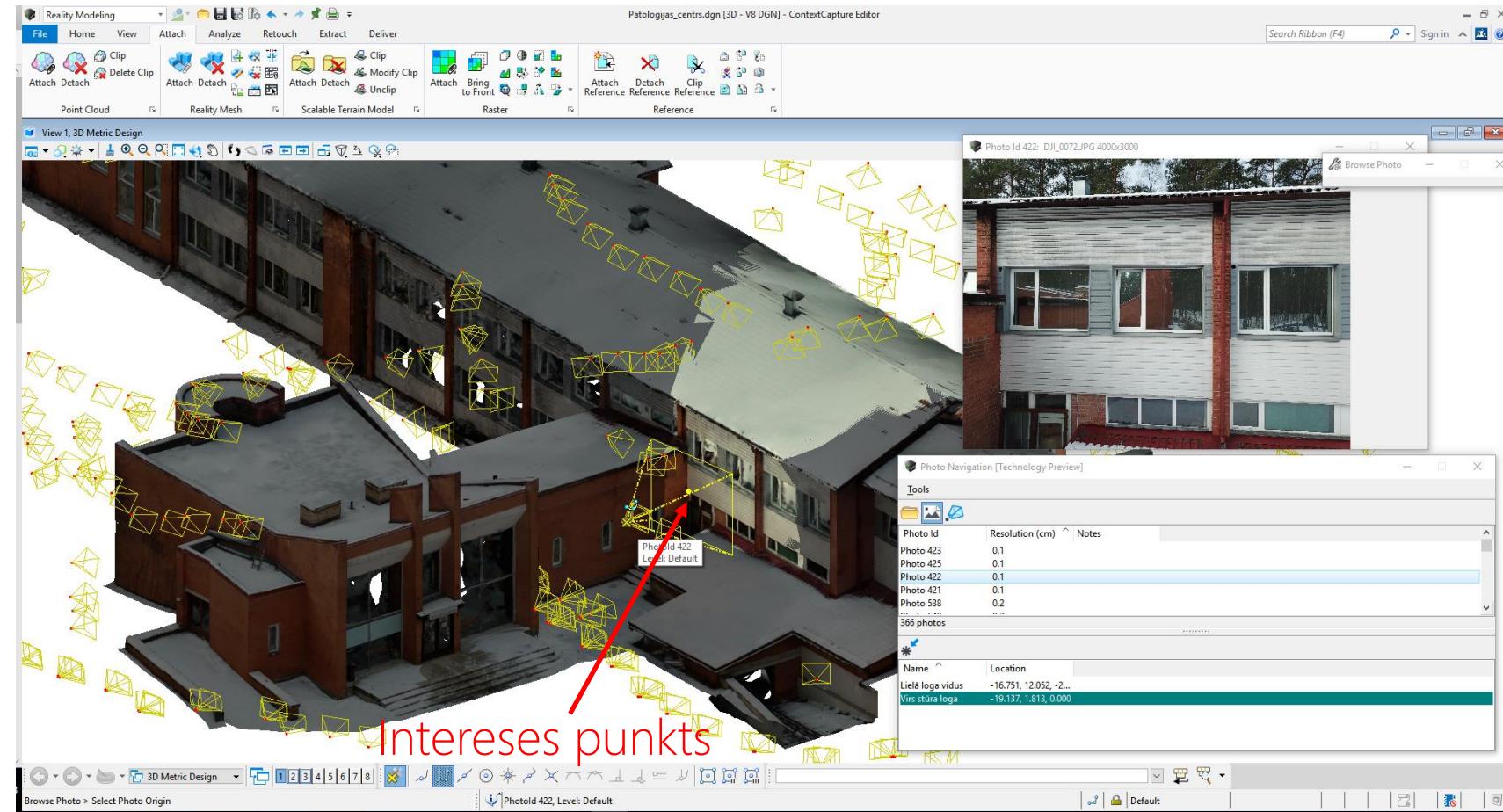
- Fasādes un jumts uzņemti ar dronu un veikta fotogrammetriskā apstrāde, iegūstot režģa modeli
- Iekštelpas skenētas ar stacionāro skaneri, iegūstot punktu mākonī
- Abi modeli sasaistīti ar kopīgiem atbalsta punktiem
- Režģa modelis un punktu mākonis vienlaicīgi atvērti ContextCapture Editor programmatūrā, kas dod iespēju tos kopā apstrādāt, piemēram, veidojot ēkas horizontālus un vertikālus šķērsgriezumus





# Fotonavigācija

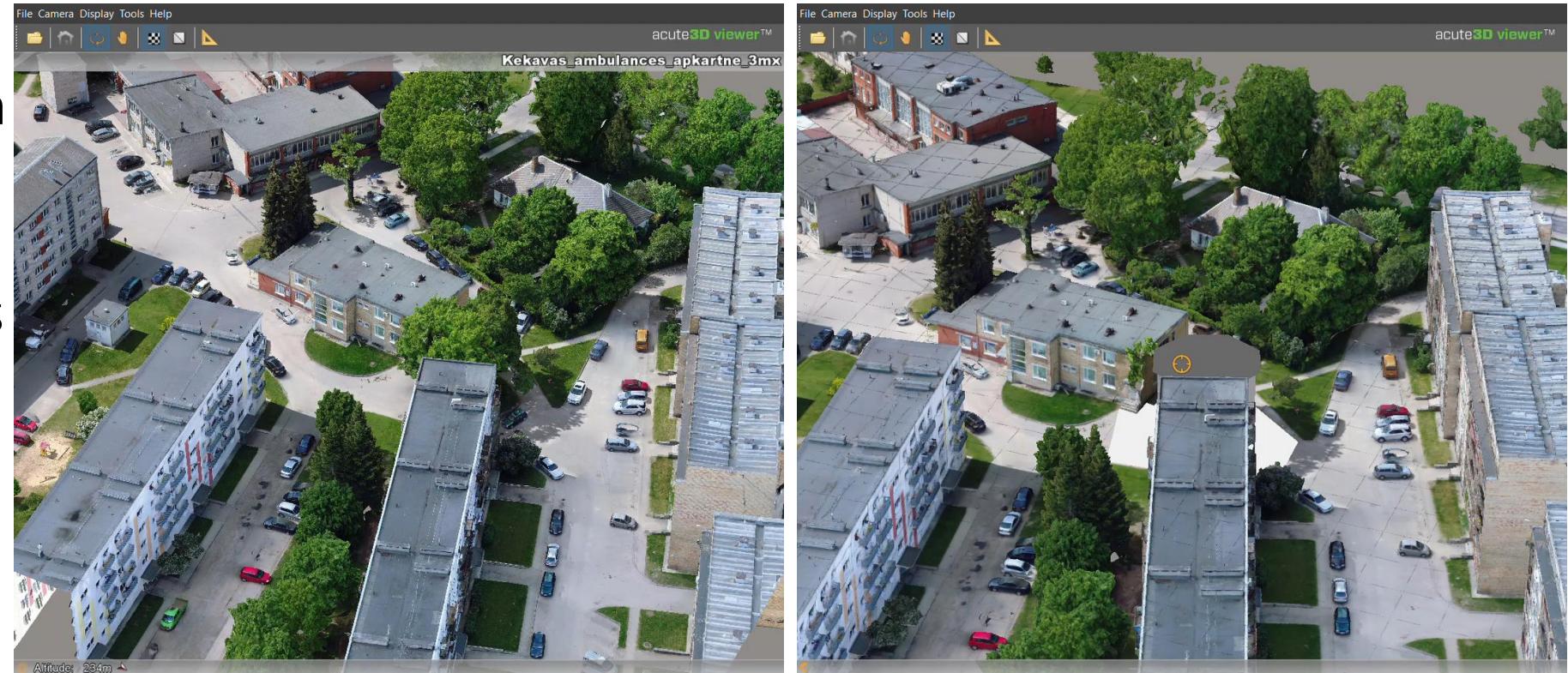
- Izmanto izejas fotoattēlu novietojumus un orientācijas, kuras iegūtas fotogrammetriskās apstrādes procesā
- Palīdz orientēties lielajā attēlu daudzumā, veicot CAD/BIM modeļa konstruēšanu





# Konceptuālais projekts

- Realitātes modelis kā datu avots projektēšanai un kā fons projekta izvērtēšanai
- Dažādas iespējas būvniecības ieceres nodošanai publiskai apspriešanai – 3D pārlūks internetā un animācija

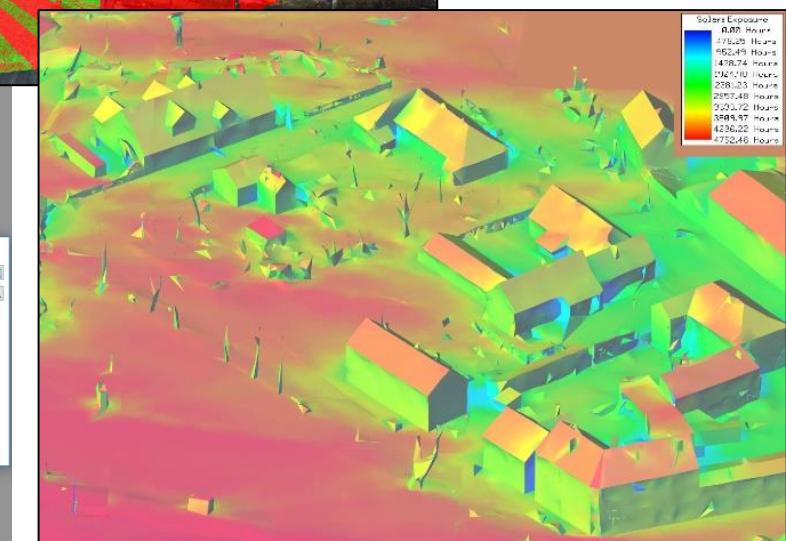
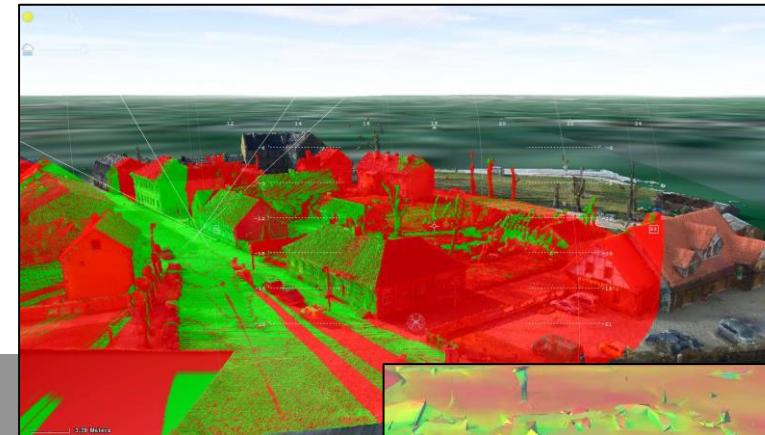
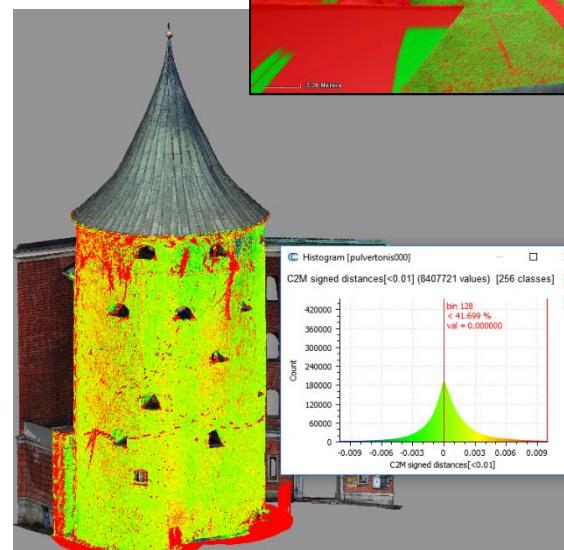




# Analīze

- 3D telpiskā analīze

- 3D virsmas īpašību noteikšana – izolīnijas, nogāžu slīpumi, augstumi.
- Punktu mākoņu un virsmu salīdzināšana - izmaiņu raksturs un apjomi.
- Redzamības un noēnojumu analīze.
- Akustikas analīze
- Saules ekspozīcijas analīze
- Vēja plūsmu modelēšana un slodzes analīze.
- Trokšņu izplatīšanās analīze
- Plūdu modelēšana un risku analīze.
- u.c.





# Būvuzraudzība – vizuāls monitorings

## *IKEA būvlaukums*



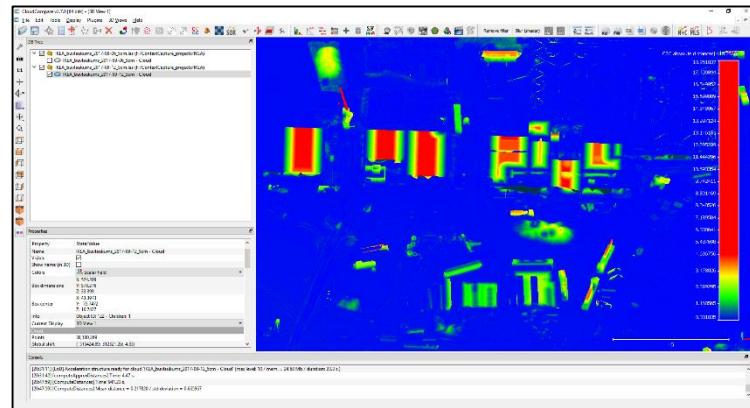
**2017-09-06**



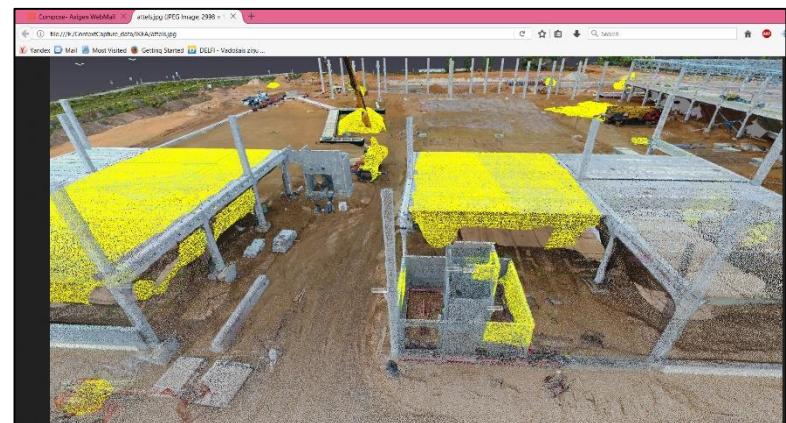
**2017-09-12**



# Būvuzraudzība – analītisks monitorings



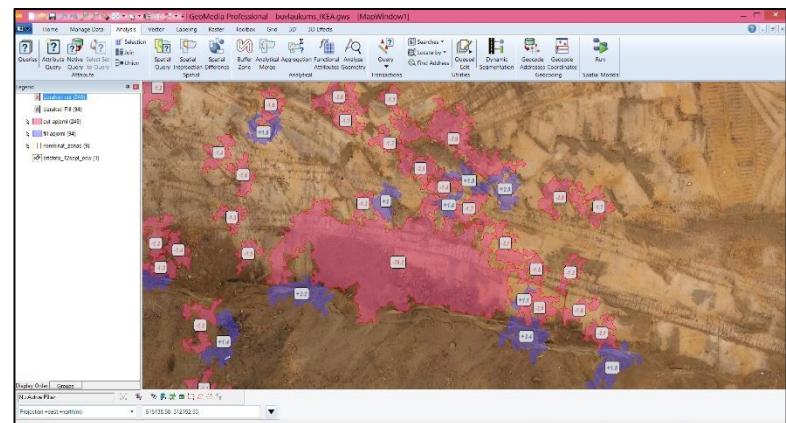
← Izmaiņu intensitāte



Konkrētās izmaiņas →



← Apjomu mērišana

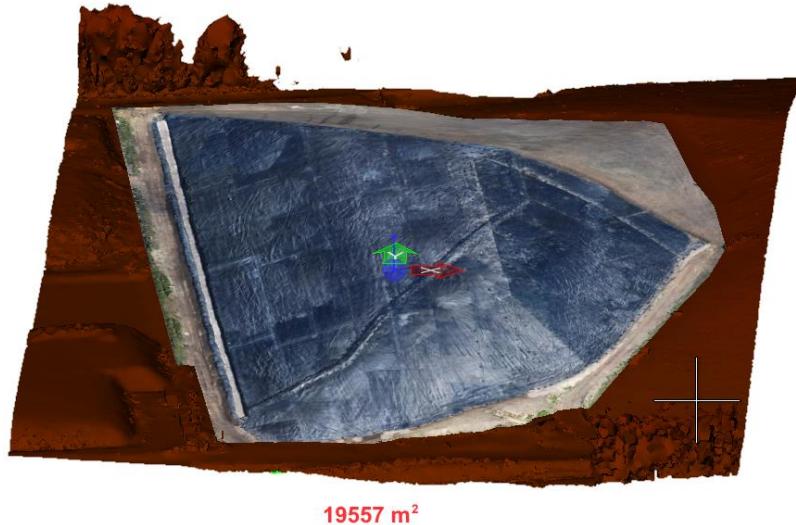


Apjomu kartēšana →



# Platību un apjomu mērīšana

- Pārkļajuma materiāla patēriņa izmērīšana
- Atkritumu kubatūras noteikšana





# Ekspluatācija un uzturēšana

- Daudzdzīvokļu dzīvojamās mājas apsekošana (MK noteikumi Nr. 907):
  3. Dzīvojamās mājas, tajā esošo iekārtu un inženierkomunikāciju tehnisko stāvokli nosaka vizuālajā pārbaudē.
  11. Dzīvojamās mājas un tai piederīgo ēku pamatkonstrukciju profilaktiskās apsekošanas ietvaros reizi gadā tiek veiktas šādas darbības:  
.....





# Nojaukšana

- MK noteikumi Nr. 529
  - 27. (un 32.) ierosinot pirmās (otrās) grupas ēkas nojaukšanu, būvvaldē iesniedz:
    - fotofiksāciju ēkām, kuras vecākas par 40 gadiem;
- 3D modelēšana kā labākā fotofiksācijas metode:
  - Tieka saglabāts ģeometriski precīzs 3D veidols;
  - Jāsaglabā arī uzņemtie fotoattēli un neapstrādātie skēnēšanas dati, jo progresē to apstrādes metodes un algoritmi.
- Latvijas Nacionālā bibliotēka ir gatava pienemt 3D modelēšanas datus un ieklāaut tos Digitālo objektu pārvaldības sistēmā (DOM).





# Jauns BIM cikls

Realitātes modelis - 2018



Nākotnes vizualizācija - 2020





# Piemēros izmantotā programmatūra

## Bentley ContextCapture



ContextCapture Master



ContextCapture Engine



ContextCapture Editor

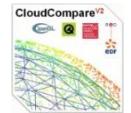


ContextCapture Settings



Acute3D Viewer

## Cita



Pointools (Bentley Systems)

CloudCompare (Open source)



MeshLab (Open source)



GeoMedia (Hexagon Geospatial)



# Baltic Tour **BIM and Beyond**

Paldies par uzmanību!

Ints Lukss, [ints@miko.lv](mailto:ints@miko.lv)

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

