

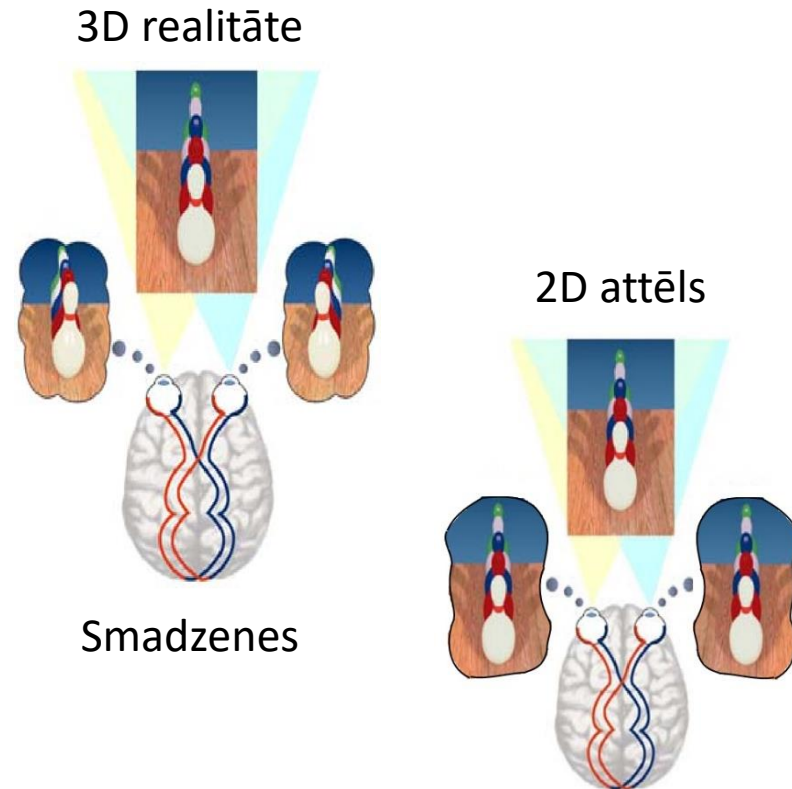
# 3D objektu modelēšana un tās praktiskie pielietojumi



Ints Lukss

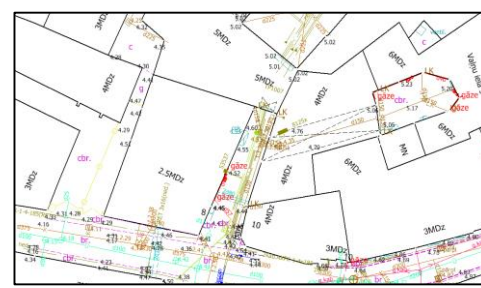
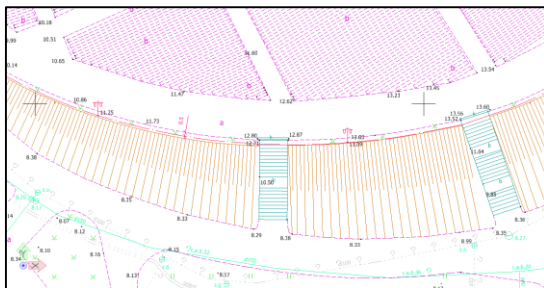
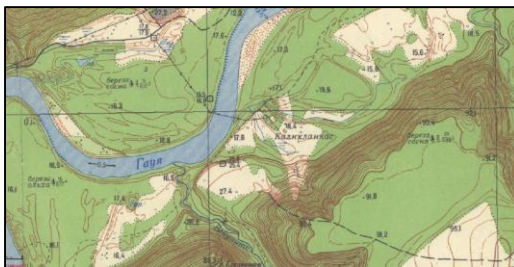
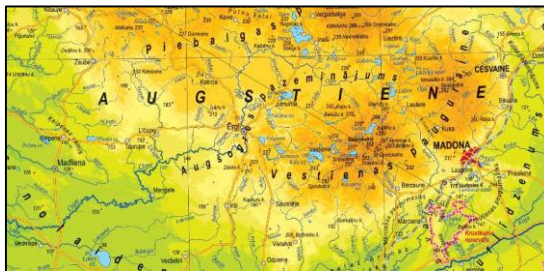
# Kāpēc 3D?

- Pavisam vienkārši – tāpēc, ka pasaule mums apkārt ir trijās dimensijās.
- Cilvēka maņas orgāni to uztver un interpretē trijās dimensijās.
- Projicējot realitātes datus divās dimensijās, mēs zaudējam daudz derīgas informācijas.
- Ir situācijas, kuras nav atspoguļojamas divās dimensijās.
- Pasaule mums apkārt mainās un nepieciešams saglabāt šīs izmaiņas.
- Izmaiņas izraisa dažādu faktoru ietekme un arī tos mums vajag saglabāt.



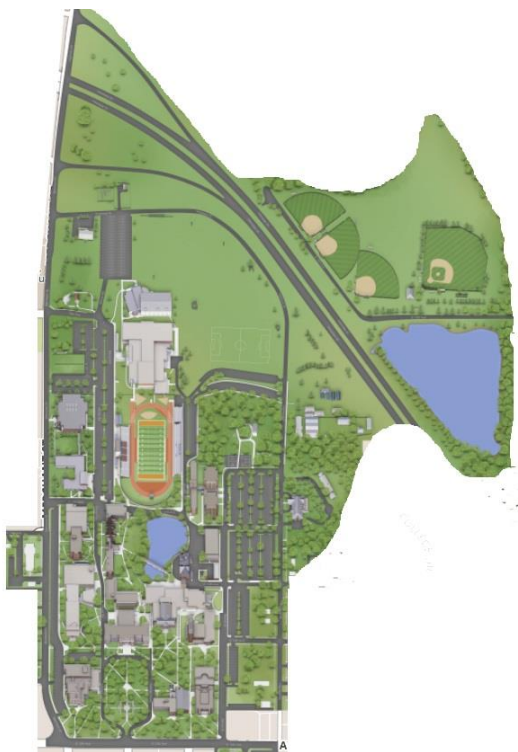
# 3D dati 2D reprezentācijā

- 3D informācijas atspoguļojums ar:
  - Krāsojumu;
  - Noēnojumu;
  - Izolīnijām;
  - Simboliem;
  - Tekstu.
- Interpretācija balstās uz iztēli un pieredzi.
- Ļoti ierobežotas telpiskās analīzes iespējas.



# 3D karte

Kartogrāfiska satūra attēlošana perspektīvā slīpā skatā (*Häberling, 2003*).





# 3D modelēšana

- Lai 3D karti padarītu interaktīvu, ir jāveic reālās pasaules modeļa izveide trijās dimensijās.
- 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.



# Realitātes izgūšana

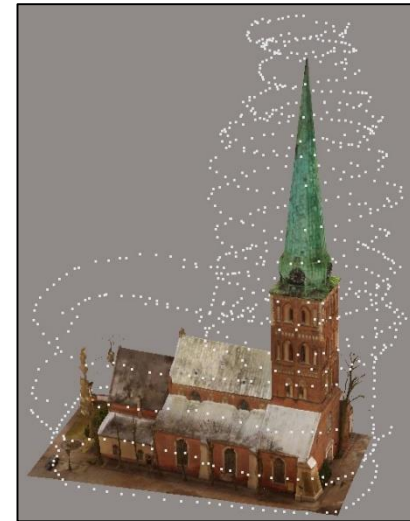
- Datu izgūšanai par reālo vidi un tās objektiem šobrīd galvenokārt izmanto divas metodes:
  - **Lāzerskenēšanu (LIDAR)**: attālumu un leņķu mērīšana ar telpu skenējošu lāzera staru, kas dod miljoniem telpisku lokalizētu punktu – punktu mākonī. Tā ir tieša mērīšanas metode.
  - **Fotogrammetriju**: analizē 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 mērīšanas metode.



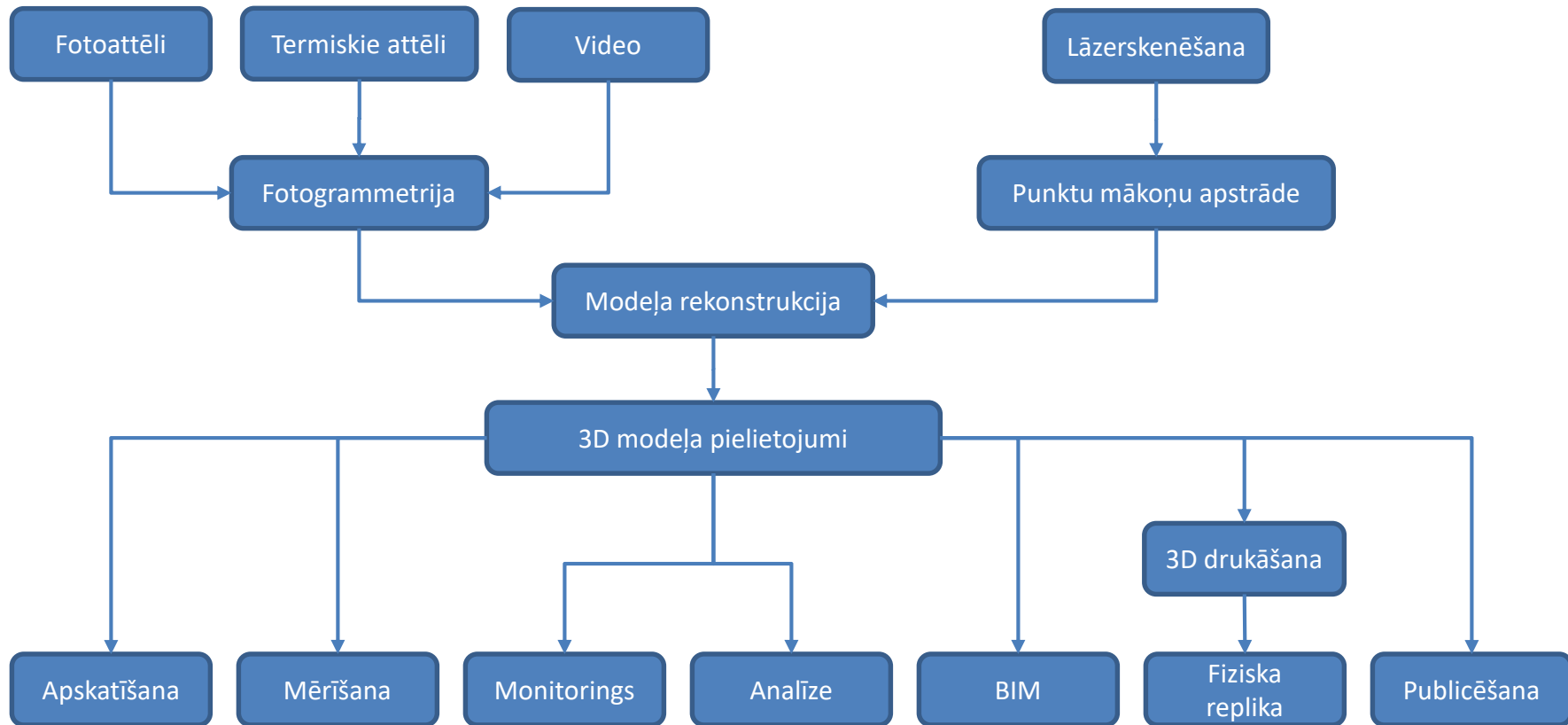
# Fotogrammetrija

Tuvas distances fotogrammetrija:  
attālums līdz mērāmai virsmai vai  
objektam mazāks par 300 m.

- Dažādu digitālo kameru izmantošana: kompaktkameras, spoguļkameras, bezspoguļu kameras, videokameras, iebūvētās kameras, drona kameras.
- Dažādas attēlu uzņemšanas metodes: no zemes, no zemes transporta līdzekļiem, no drona pārlidojumiem, no aplidojumiem; dažādas šo metožu kombinācijas.
- Mazāki sagatavošanās darbi un ātrāka lauka darbu veikšana.
- Automātiska attēlu uzņemšanas plānošana un izpilde (drona pilotēšana).



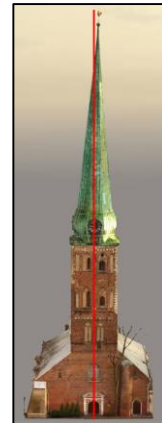
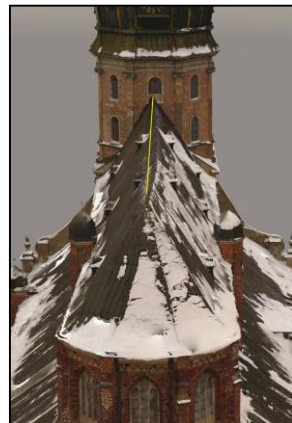
# Realitātes 3D modelēšanas process



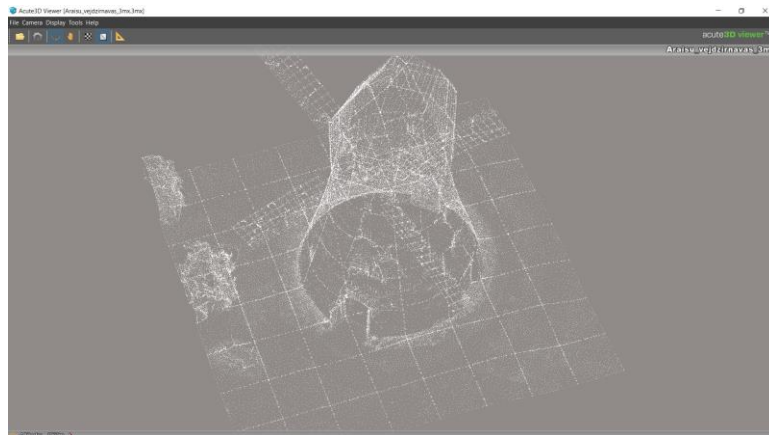
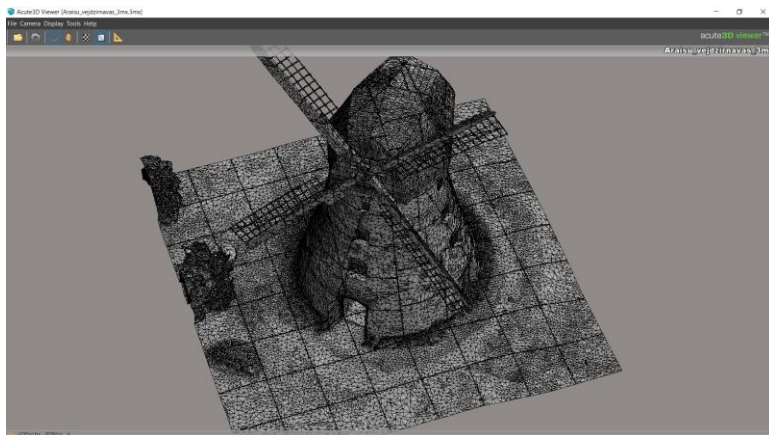
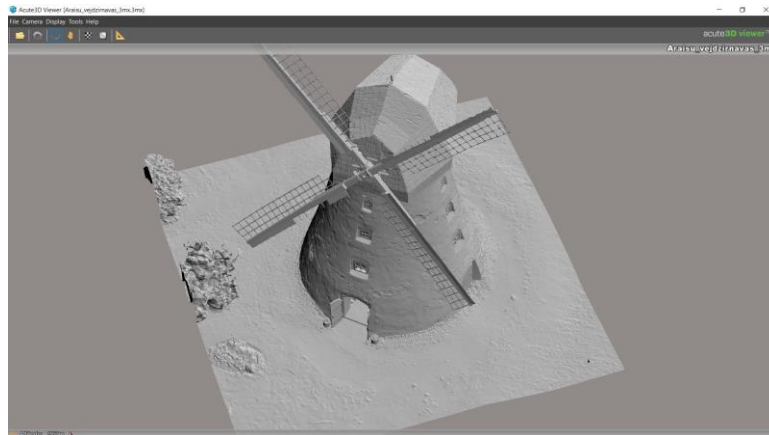
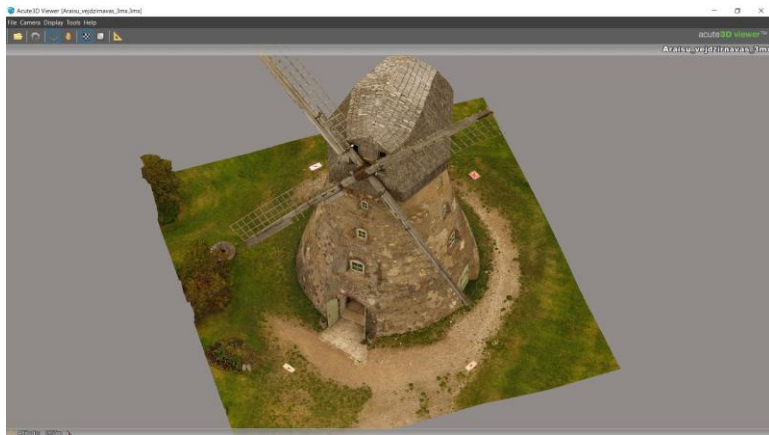


# 3D modeļa aplūkošana

- Iespējas:
  - Mērogošana, rotācija, pārvietošana;
  - Interaktīvas 3D kartes funkciju izpildīšana;
  - Animēšana.
- Pielietojumi:
  - Tehniskā stāvokļa apsekošana;
  - Izmaiņu konstatēšana;
  - Lēmumu pieņemšana;
  - Rīcības plānošana avārijas situācijās;
  - Izmantošana par fonu jauna attīstības projekta prezentācijai;
  - Tūrisma informācija.

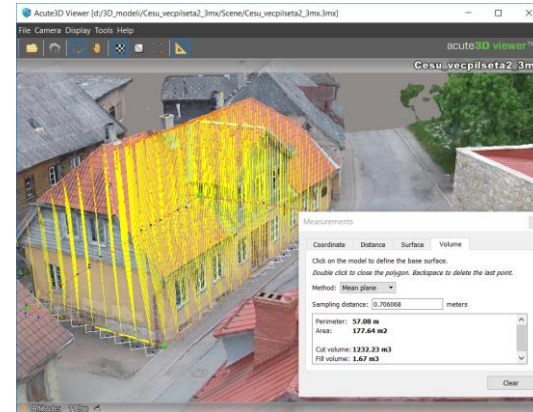
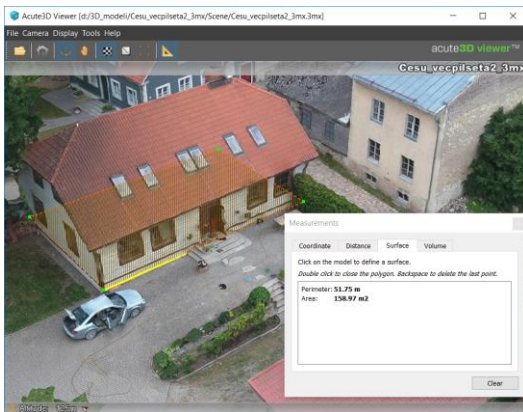
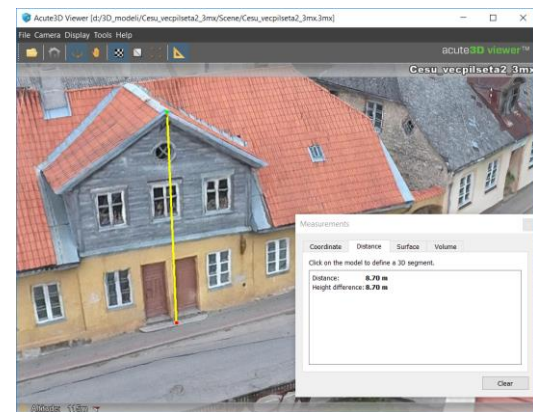
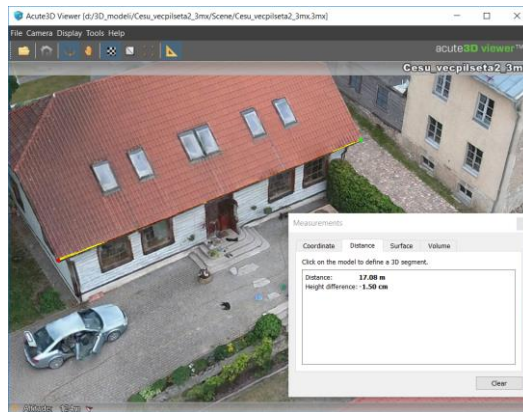


# Skata renderēšanas veidi



# 3D modeļa mērīšana

- Uz modeļa var izmērīt zemes un būvju galvenos raksturojošos lielumus – izmērus, augstumus, perimetrus, platības, tilpumus.
- Datu savākšana notiek no attāluma, neieejot īpašumā vai objektā, un nepieciešamos mērījumus var veikt birojā.
- Pielietojumi:
  - Būvju apjomu noteikšana kadastram
  - Beramo kravu kubatūras noteikšana
  - Karjeru izstrādes uzraudzība
  - u.c.





# Vizuāls monitorings

## *IKEA būvlaukums*



*2017-09-06*

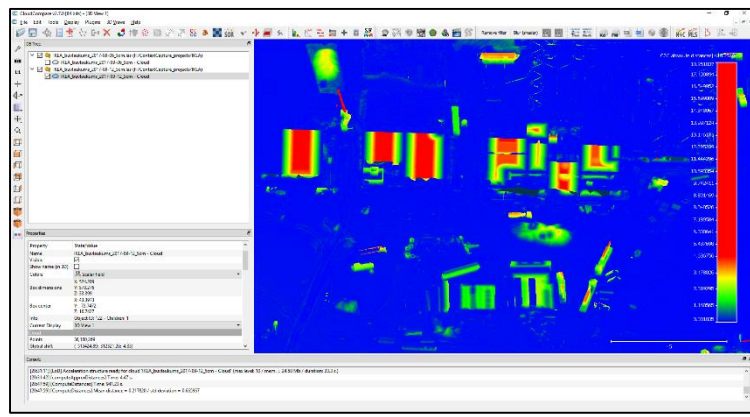


*2017-09-12*



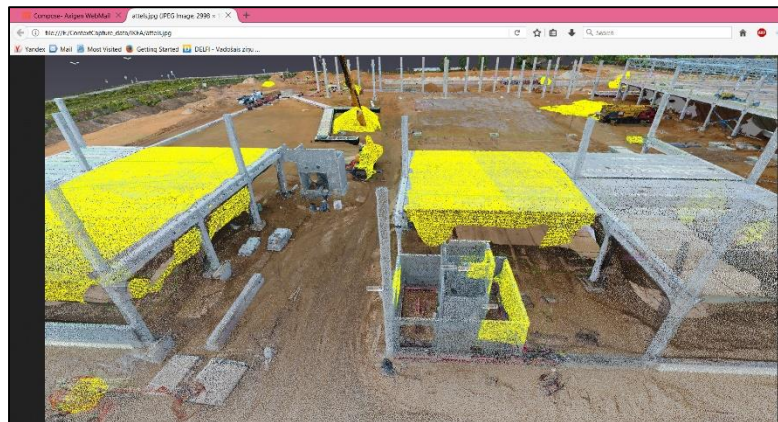


# Analītisks monitoring



← Izmaiņu intensitāte

Konkrētās izmaiņas →



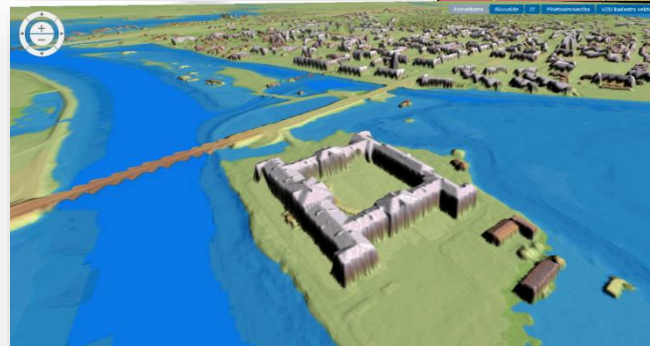
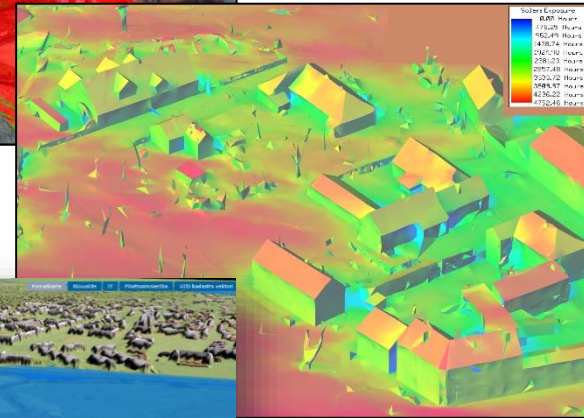
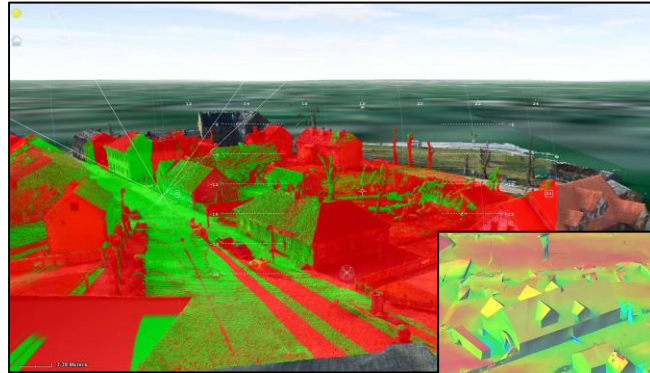
← Apjomu mērīšana

Apjomu kartēšana →



# 3D telpiskā analīze

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



# Būvniecības informācijas modelēšana

3D modeļu izmantošana  
BIM procesā:

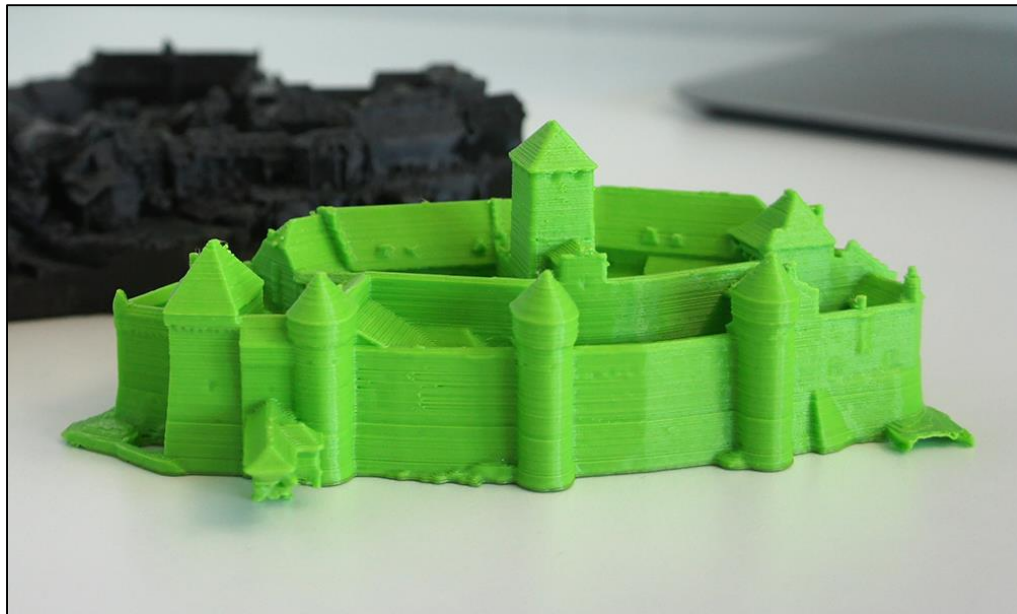
- Esošās situācijas modelis kā izejas dati rekonstrukcijai, konceptuālam un detālam projektam;
- Būvlaukuma modelēšana būvniecības uzraudzībai un kontrolei;
- Gatavās būves modelis (*as built*) izpilddokumentācijai;
- Būves modelēšana ekspluatācijai un uzturēšanai, kā arī tehniskā stāvokļa uzraudzībai;





# Modeļa fiziska replika

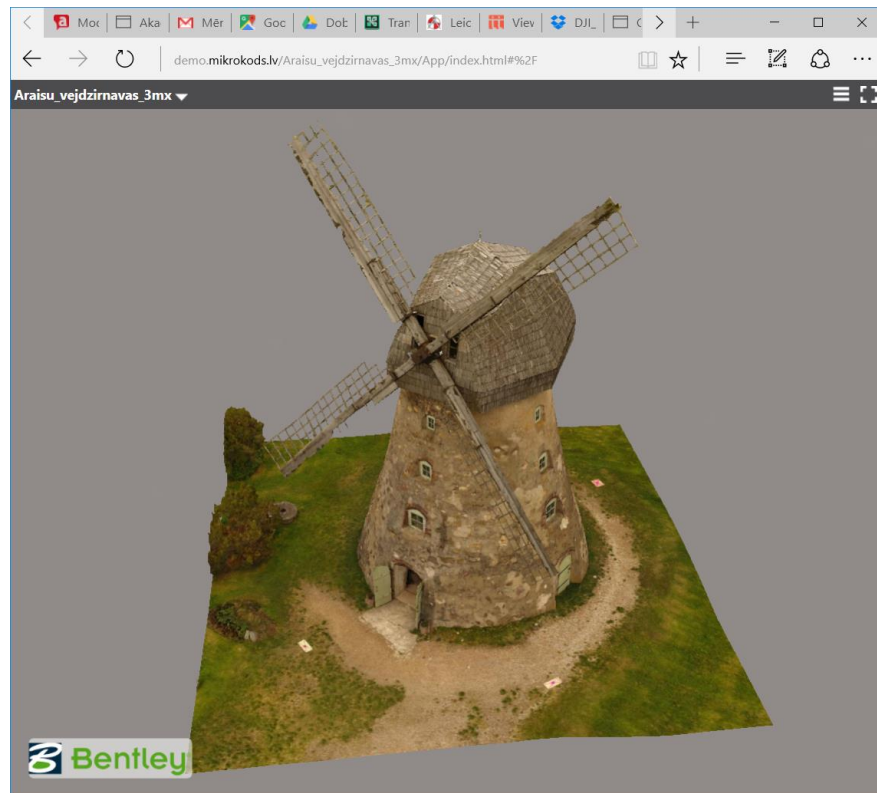
- Realitātes modelis ir izdrukājams ar 3D printeri vai izfrēzējams ar ciparu programmas vadības (CNC) darbagaldu.
- Rezultātā iegūst fizisku modeli prasītā mērogā.





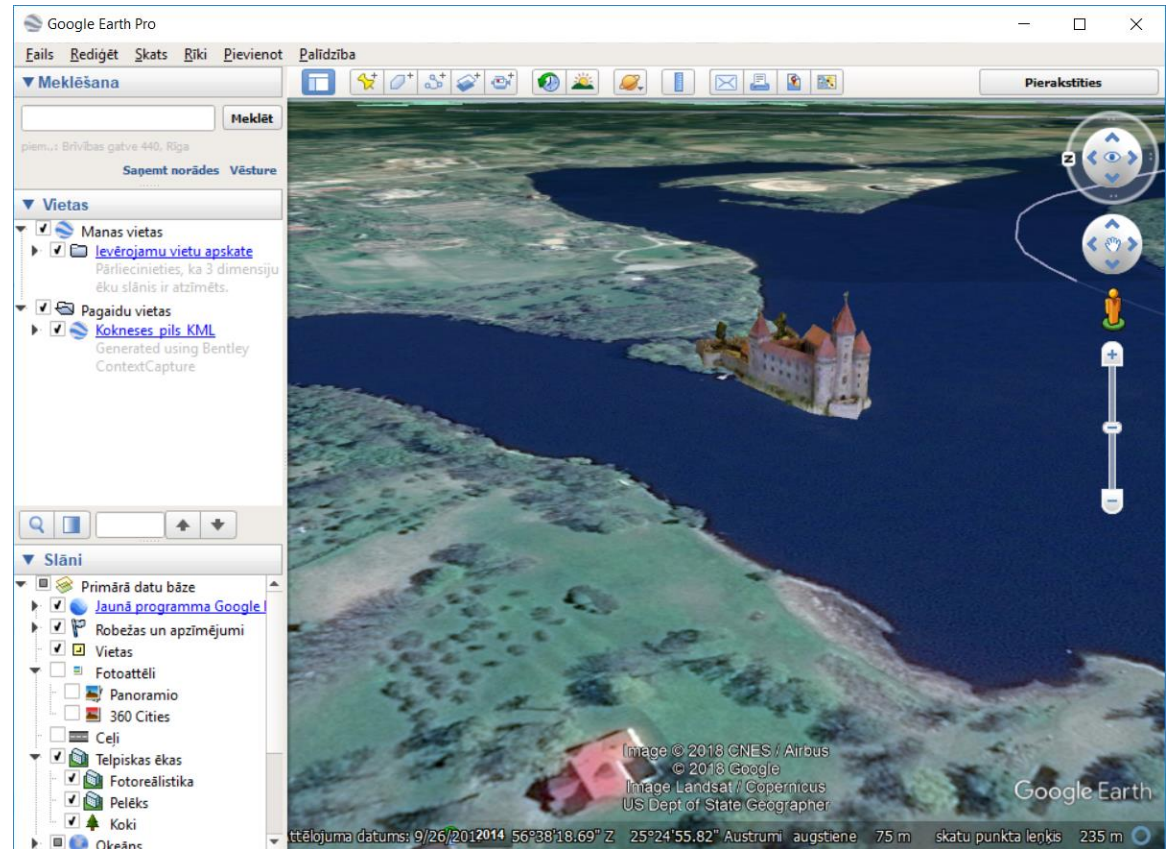
# 3D modeļu publicēšana

- Atsevišķu objektu un teritoriju publicēšana:
  - Apskate ar pārlūkiem, kas atbalsta WebGL, vai citiem risinājumiem, kas balstās uz interneta saturu (piem. Google Earth).
  - Pielieto arhitektūras objektu, kultūras pieminekļu, muzeju eksponātu, artefaktu pieejamības nodrošināšanai, kā arī 3D modeļu komercijai.
- Pilsētu un lielu teritoriju publicēšana:
  - Priekšnosacījumi: datu formātam jānodrošina liela apjoma datu glabāšana un straumēšana funkcijas, kā arī atbilstoši interneta servera risinājumi.
  - Tuvākais piemērs: Helsinku pilsētas 3D modelis 2 versijās : CityGML un 3D režģa modelis:
    - <http://kartta.hel.fi/3d/>
    - <http://3d.hel.ninja/mesh/>



# Prezentācija Google Earth vidē

- Šim nolūkam modeli rekonstruē KML (*Keyhole Markup Language*) formātā.
- Šobrīd aktuālas ir divas Google Earth versijas:
  - Google Earth Pro – darbvirsmas programmatūra, kas no 2015.gada pieejama par brīvu;
  - Google Earth 9 – web versija (tikai Google Chrome pārlūkam).



# Publicēšana uz Cesium virtuālā globusa



# 3D modelēšanas pielietojumi pašvaldībās

- Situācijas apzināšanai teritorijā:
  - ēku/būvju vispārējais stāvoklis, graustu esamība, nelegālā būvniecība, teritorijas (tai skaitā pagalmu) sakoptības līmenis, nelegāla atkritumu izgāšana, piekļuves ceļi u.c.
- Atsevišķu būvju un infrastruktūras objektu tehniskā un arhitektoniskā stāvokļa apsekošana un dokumentēšana.
- Kultūrvēsturisko objektu stāvokļa izpēte, dokumentēšana, prezentācija un publicēšana internetā.
- Pilsētplānošanas uzdevumu risināšana:
  - digitālais pilsētas vai tās teritorijas daļas 3D modelis;
  - telpisko risinājumu apspriešana un izvērtēšana;
  - telpiskā analīze (redzamības analīze novērošanas kamerām un telekomunikāciju iekārtām, saules enerģijas potenciāla novērtēšana, trokšņu kartēšana u.c.);
  - modeļa publicēšana internetā.
- Izmaiņu konstatēšana un izsekošana laikā:
  - teritorijas un objektu monitorings.
- Būvniecības uzraudzība, būvapjomu mērīšana, būvlaukumu modelēšana, izpilddokumentācijas sagatavošana.
- 3D datu (ēkas modelis, 3D punktu mākonis, CAD modelis) sagatavošana ēku renovācijai, siltināšanai vai rekonstrukcijai.
- Nekustamo īpašumu kadastra informācijas izvēršana trijās dimensijās un priekšlikumu sagatavošanas šīs informācijas aktualizēšanai.
- Karjeru, atkritumu poligonu, norakumu, uzbērumu, beramo kravu apjomu noteikšana un to izmaiņu kontrole.
- Palieņu noteikšana, plūdu prognozēšana, potenciālo seku apzināšana un rīcības plānošana.
- Darbību plānošana avārijas situācijās, avārijas vietas dokumentēšana un seku novēršana.
- Tūrisma objektu un tūrisma maršrutu reprezentācija un publicēšana internetā.

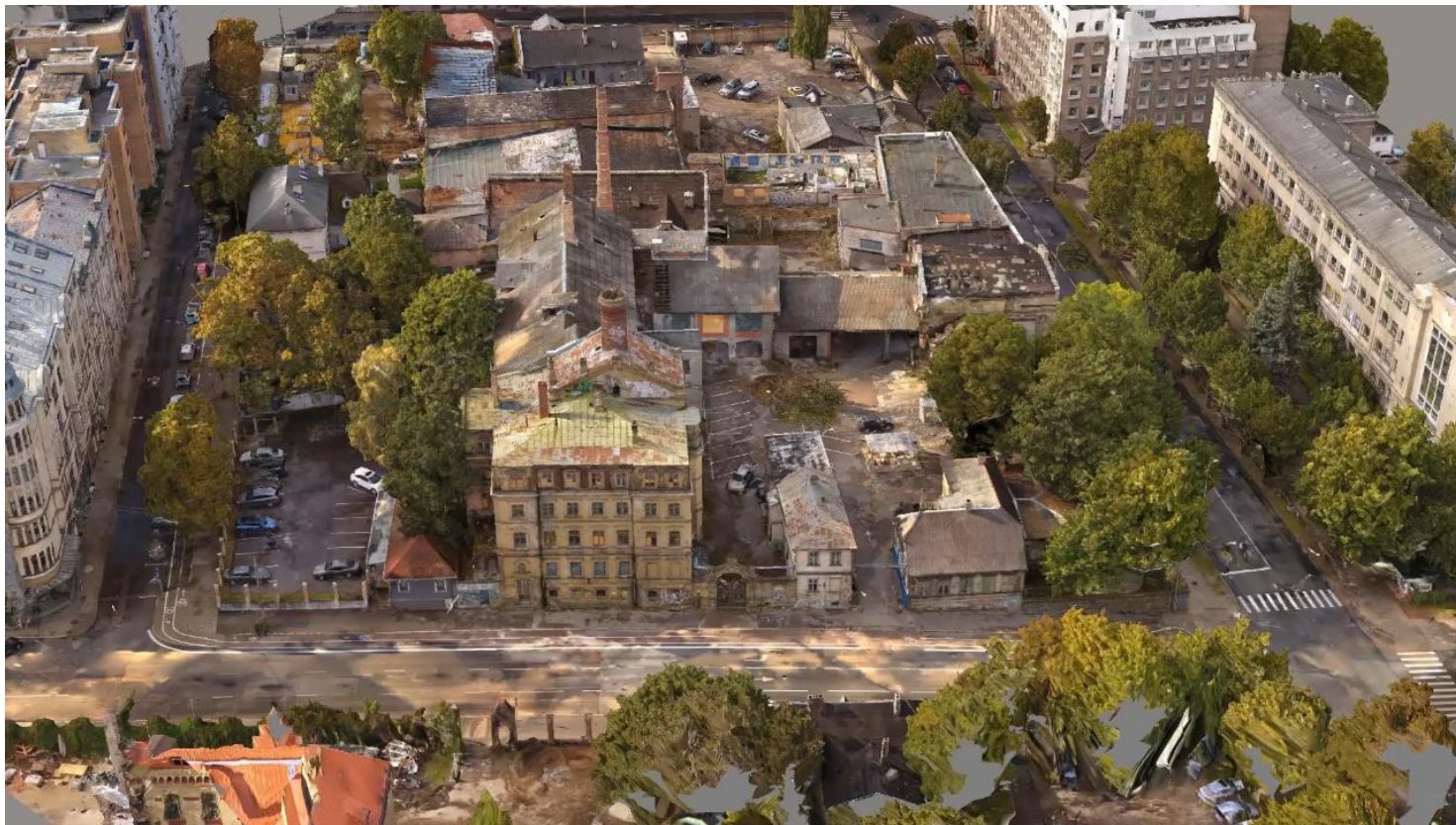




# Vizuāla inspekcija



# Objekta tehniskā stāvokļa izpēte

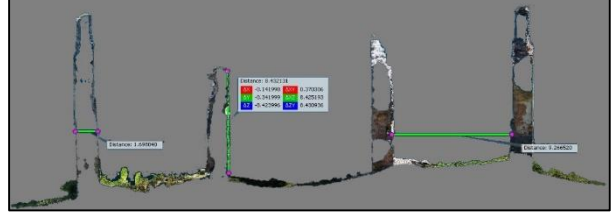
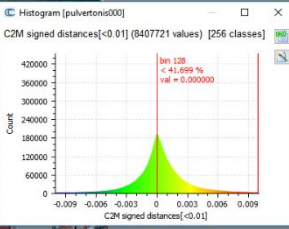
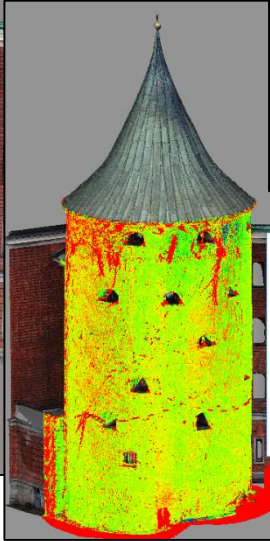
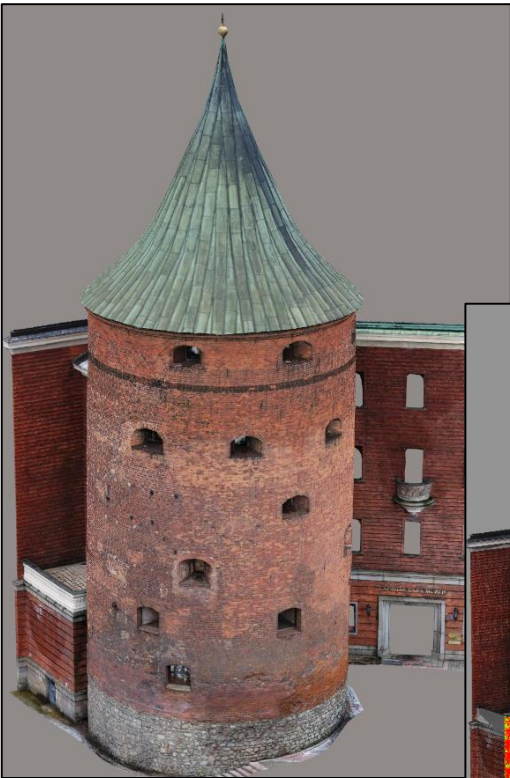




# Kultūras mantojuma dokumentēšana

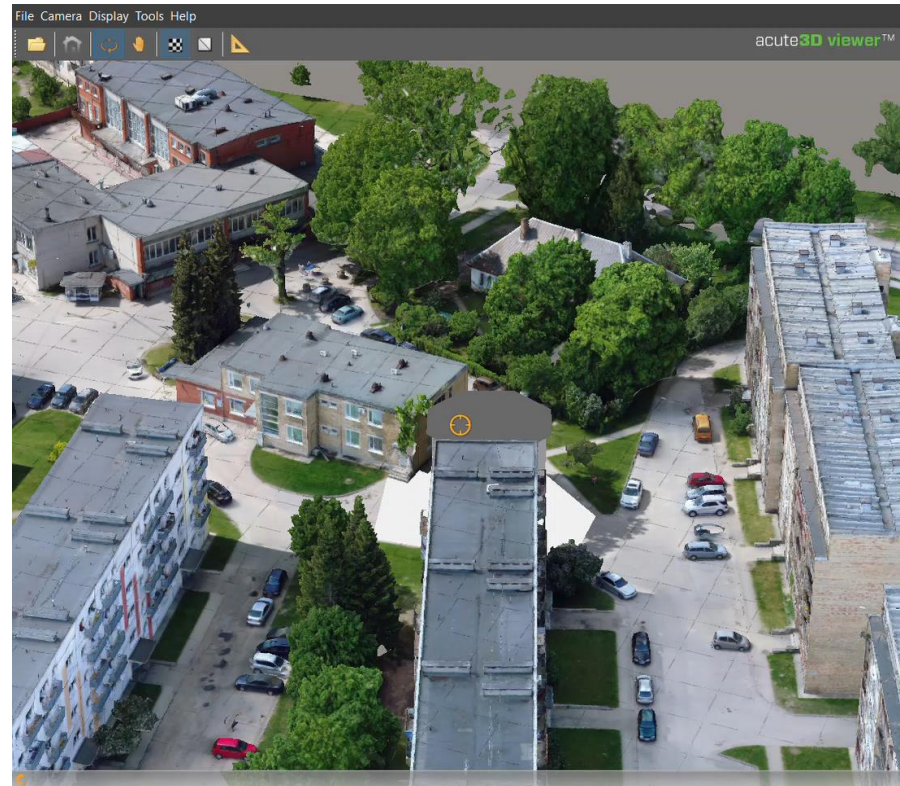
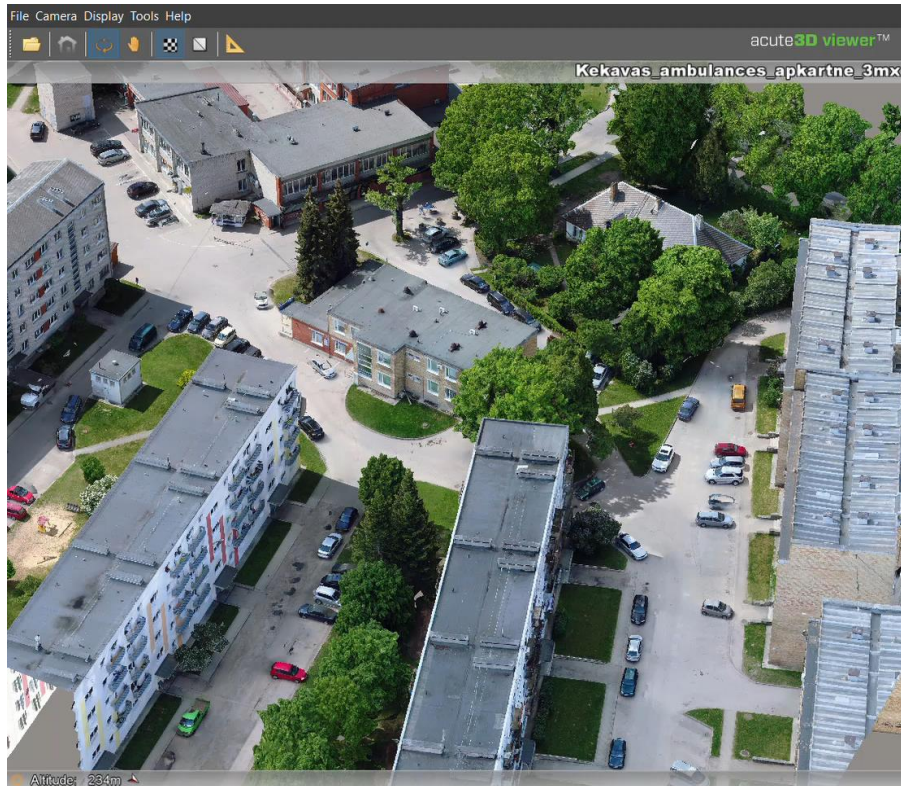


# Kultūras mantojuma analīze





# 3D modelēšana pilsētplānošanai



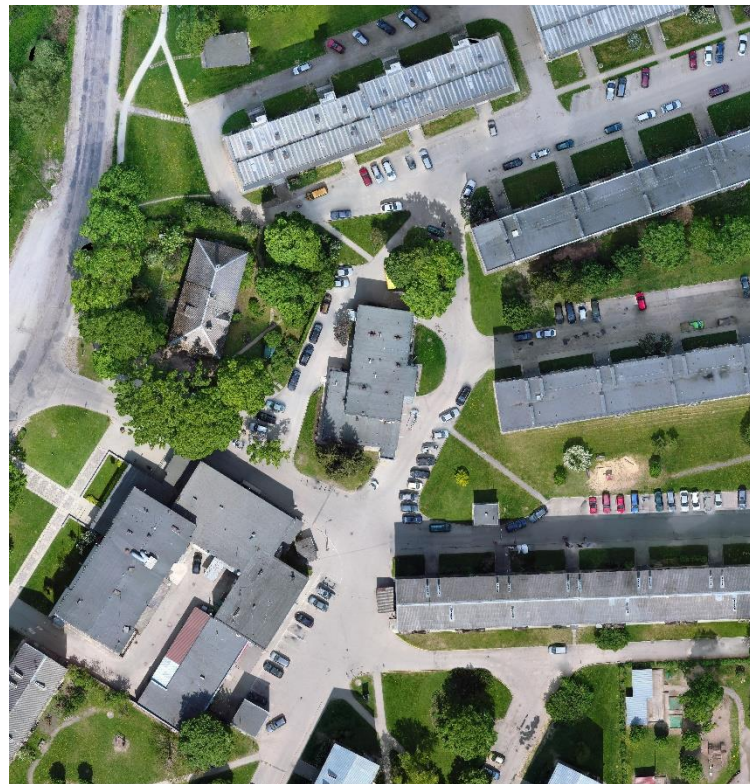


# Patiesa ortofoto karte

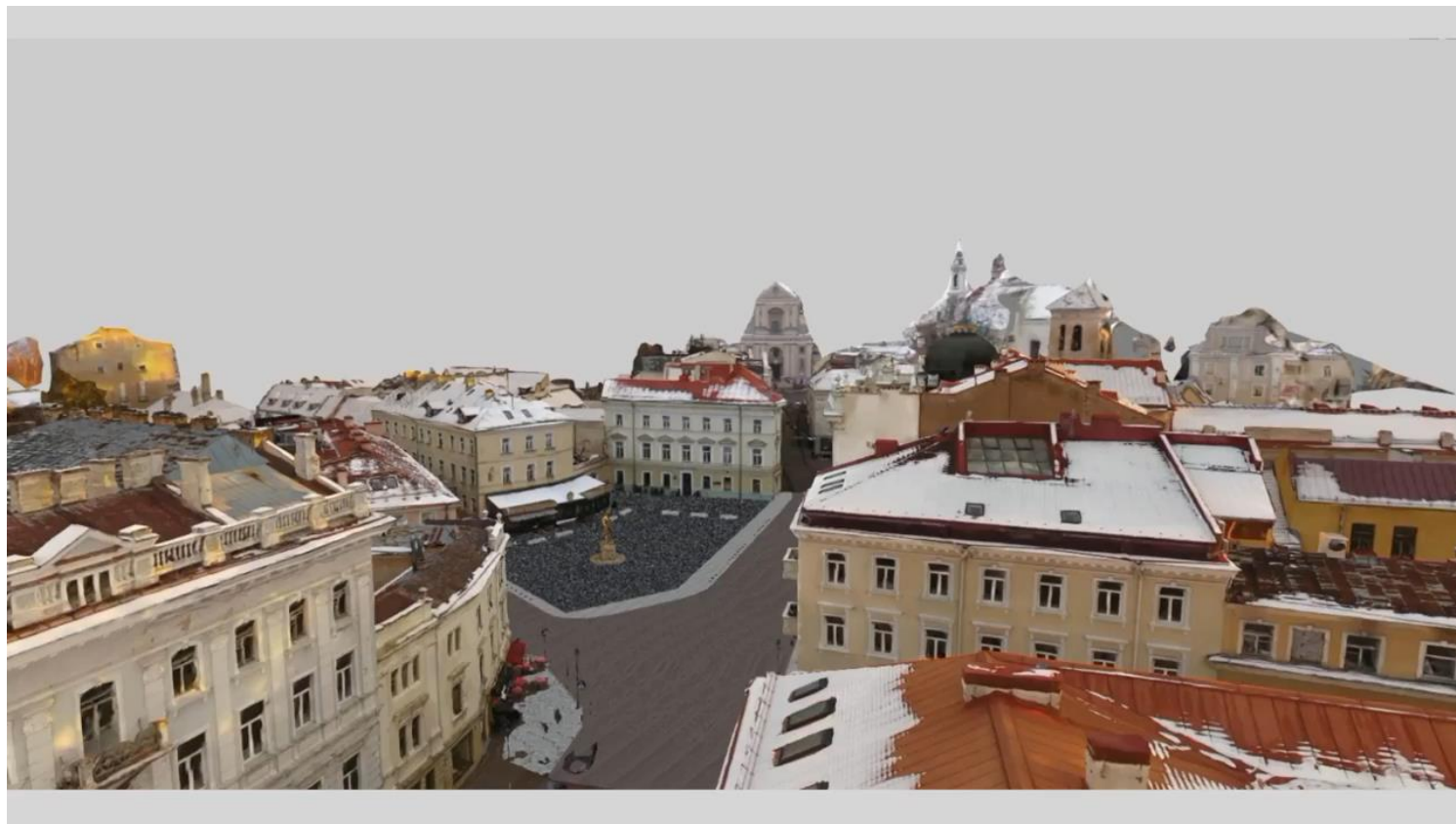
LĢIA, 06.05.2016



Drons, 14.05.2018



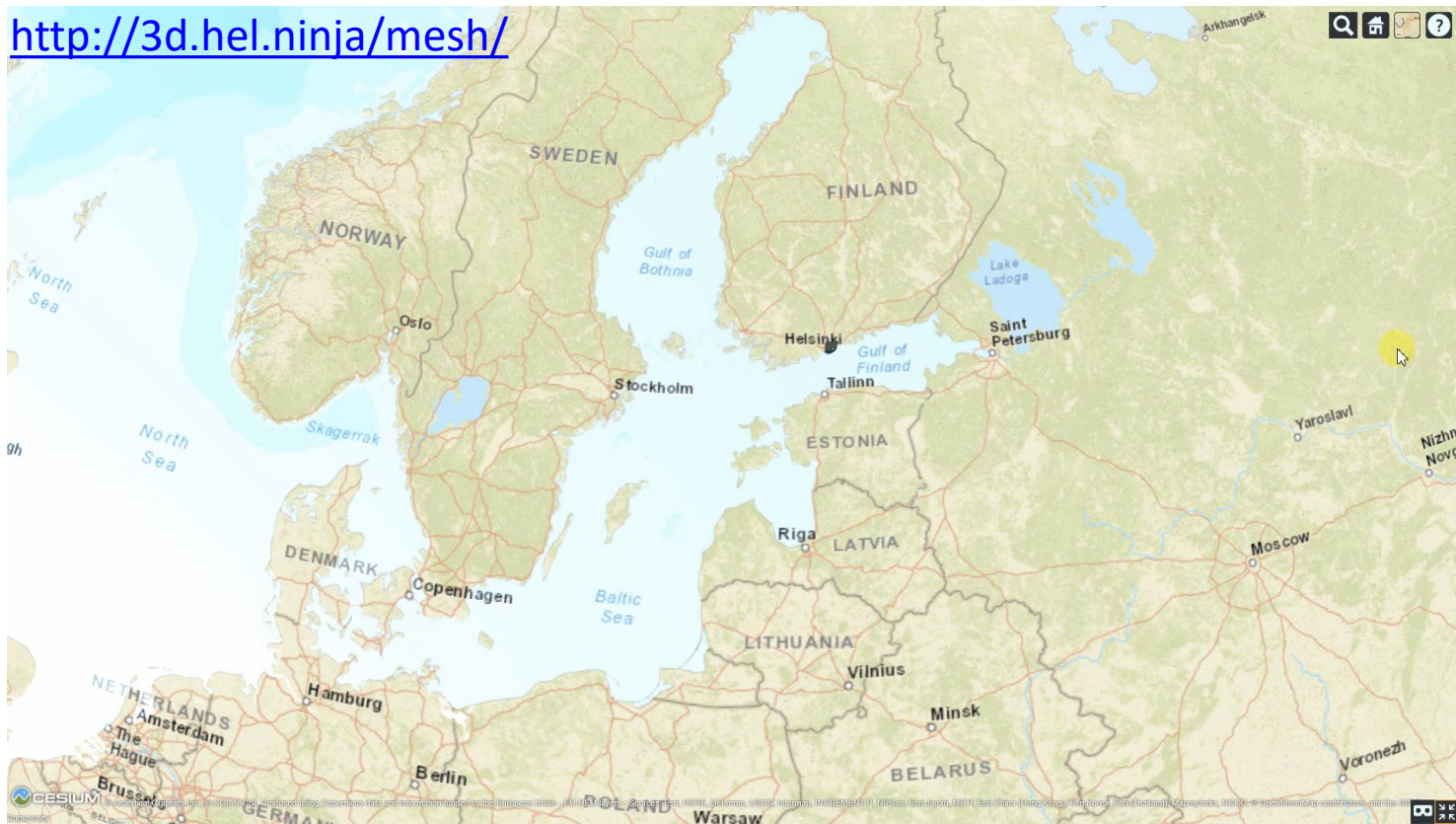
# 3D modeli publiskai apspriešanai





# Helsinki 3D modelis internetā

<http://3d.hel.ninja/mesh/>





# Izmaiņu fiksācija un novērtēšana

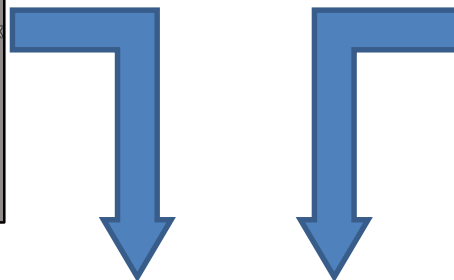
2016.gada novembris



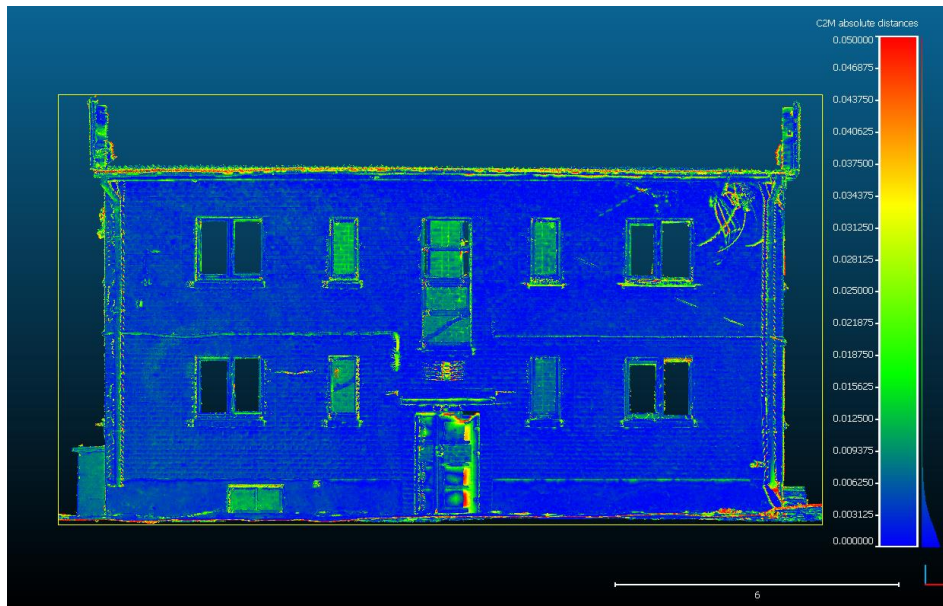
2017.gada jūlijs



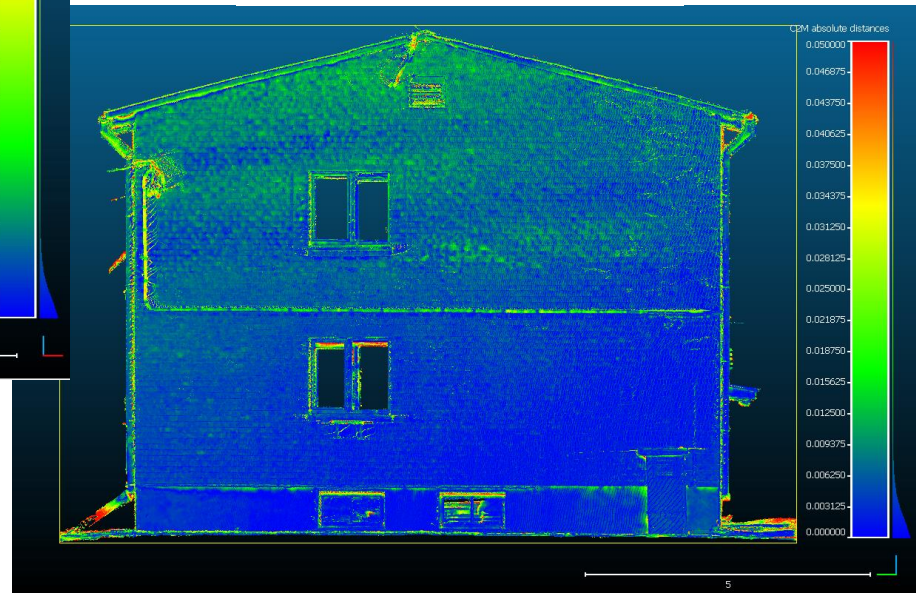
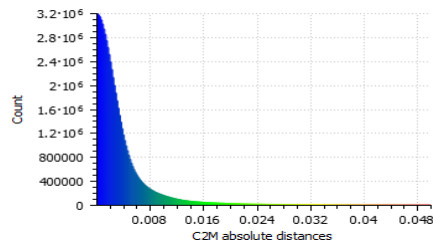
# Ēkas sagatavošana renovācijai



# Skenēšanas un fotogrammetrijas salīdzinājums



C2M absolute distances (68376940 values) [256 classes]



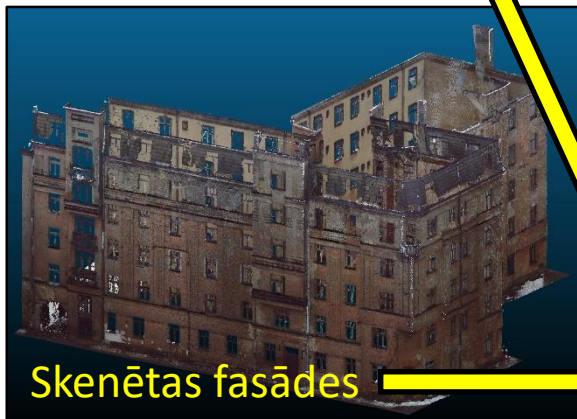
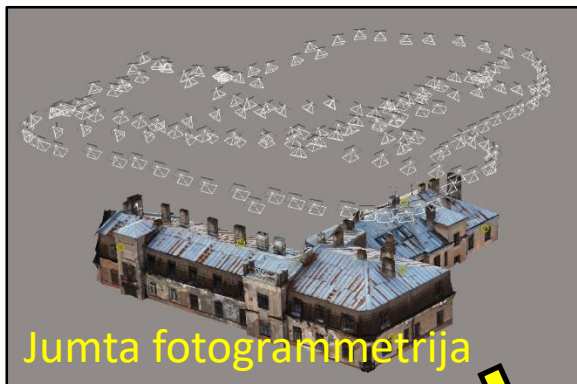
Atšķirība virsmās nepārsniedz 1 cm

(Eiropas Savienības H2020 ietvara projekts MORE-CONNECT)



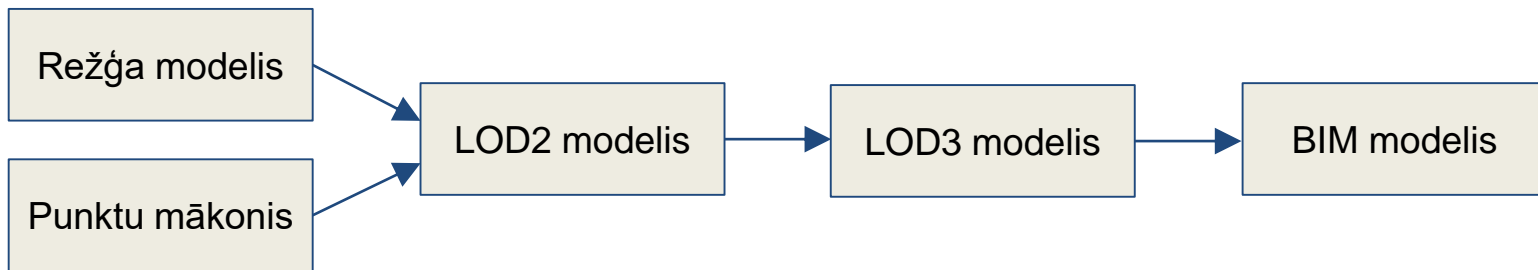


# Uzņemšana pa daļām



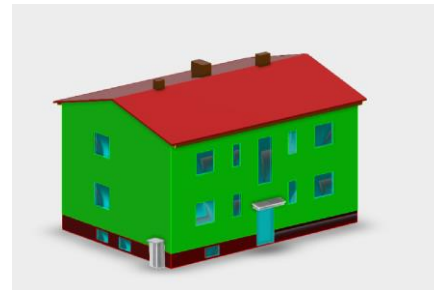
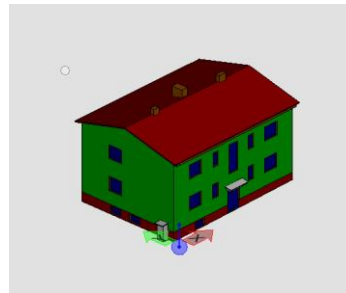
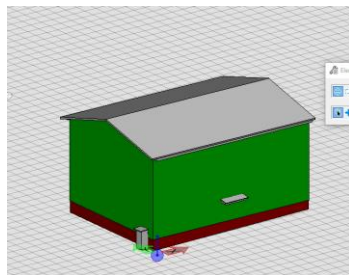


# 3D CAD modeļu veidošanas process



Interaktīva ciparošana

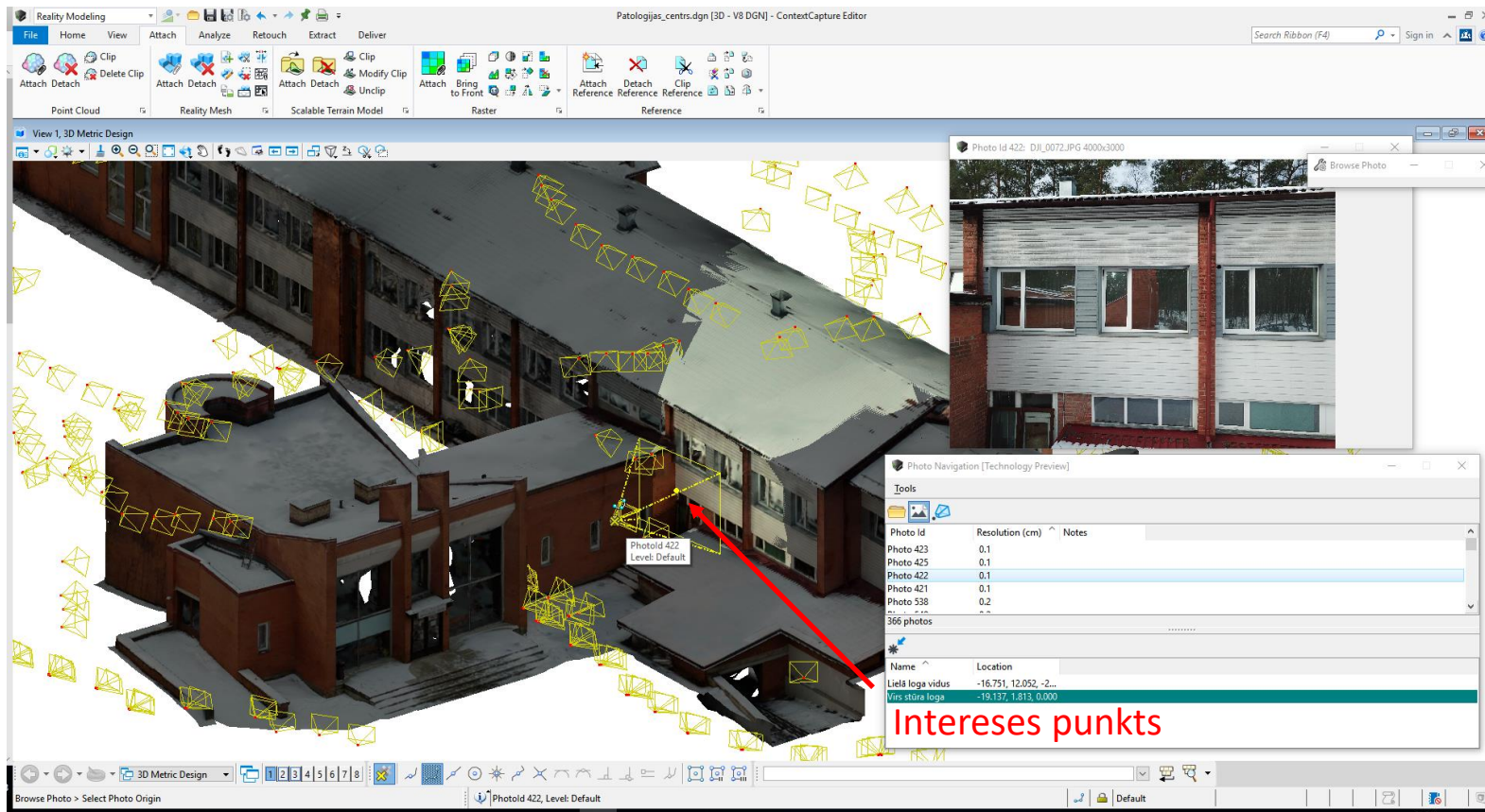
Parametrizēšana



Interpretācijas grūtības, kuras rada punktu mākoņa vai režģa modeļa trūkumi vai defekti, un te var palīdzēt fotoattēli.



# Fotonavigācija



The screenshot displays the Reality Modeling software interface. The main window shows a 3D perspective view of a building model with numerous yellow photo markers (represented as small yellow trapezoids) placed on its roof and facade. A red arrow points from a specific marker to a 'Photo Navigation [Technology Preview]' window. This window contains a table of photo data and a list of interest points.

Photo Id	Resolution (cm)	Notes
Photo 423	0.1	
Photo 425	0.1	
Photo 422	0.1	
Photo 421	0.1	
Photo 538	0.2	
366 photos		

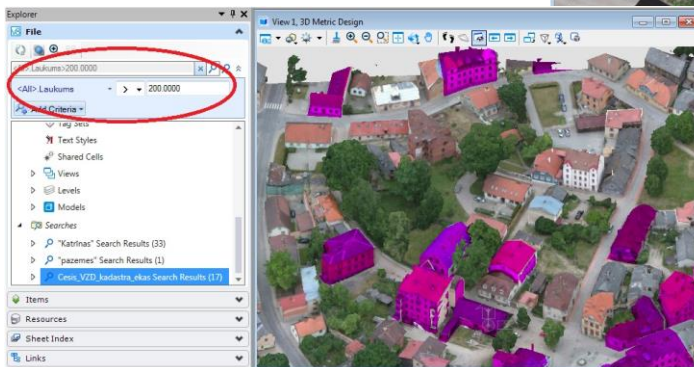
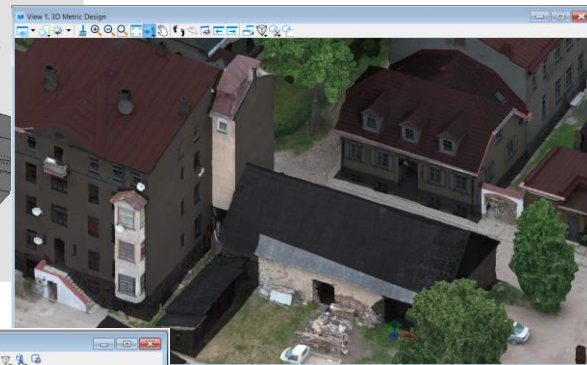
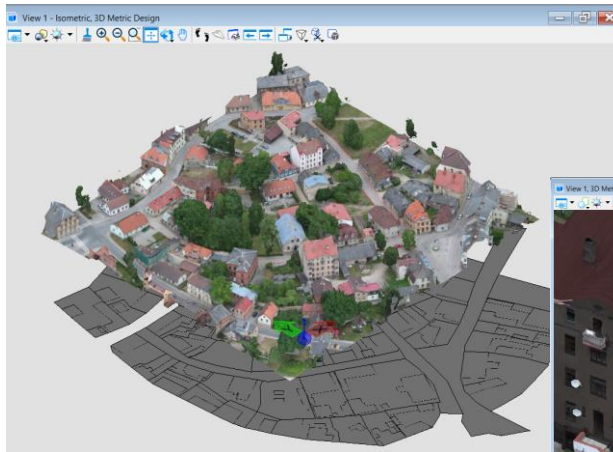
  

Name	Location
Lielā loga vidus	-16.751, 12.052, -2...
Virs stāra loga	-19.137, 1.813, 0.000

**Intereses punkts**

# Modeļa 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 kartē.
- Klasificēšana dod iespēju:
  - Parādīt objektus, kas ir kadastrā, bet nav dabā;
  - Parādīt objektus, kas nav kadastrā, bet ir dabā;
  - Parādīt atšķirības ēku novietojumā un konfigurācijā;
  - Izpildīt telpiskos vaicājumus un parādīt rezultātus 3D skatā.

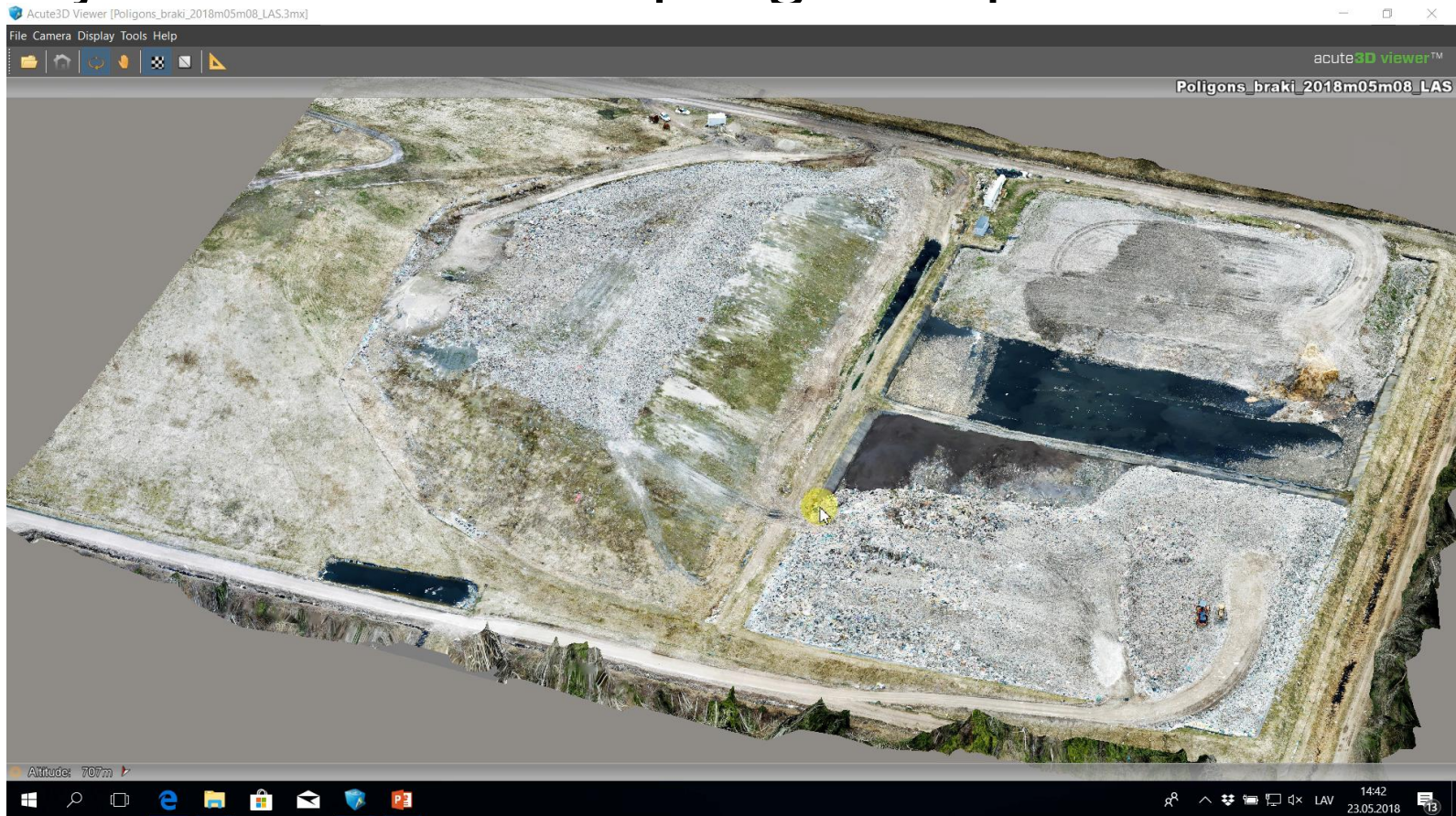








# Karjeru un atkritumu poligonu apsaimniekošana



# Tūrisma objektu reprezentācija



# Virtuālā talka (*Crowdsourcing*) pieminekļiem

- Zaudēta vai pārveidota pieminekļa attēlu savākšana, izmantojot internetu, ar mērķi rekonstruēt tā sākotnējo 3D modeli.
- Piemērs - Plakas akmens tilts Grieķijā:
  - uzcelts 1866.gadā;
  - sabruka plūdu laikā 2015.gadā;
  - Atēnu Nacionālā tehniskā universitāte izveido mājas lapu, kurā var augšupielādēt Plakas tilta attēlus;
  - Savāc 470 attēlus, no kuriem 56 attēlus atlasa modeļa rekonstruēšanai.
- Metode varētu būt noderīga zudušu pieminekļu 3D rekonstrukcijai, ja ir saglabājies pietiekošs daudzums fotoattēlu.





# 3D modeļi no aerofoto ainām

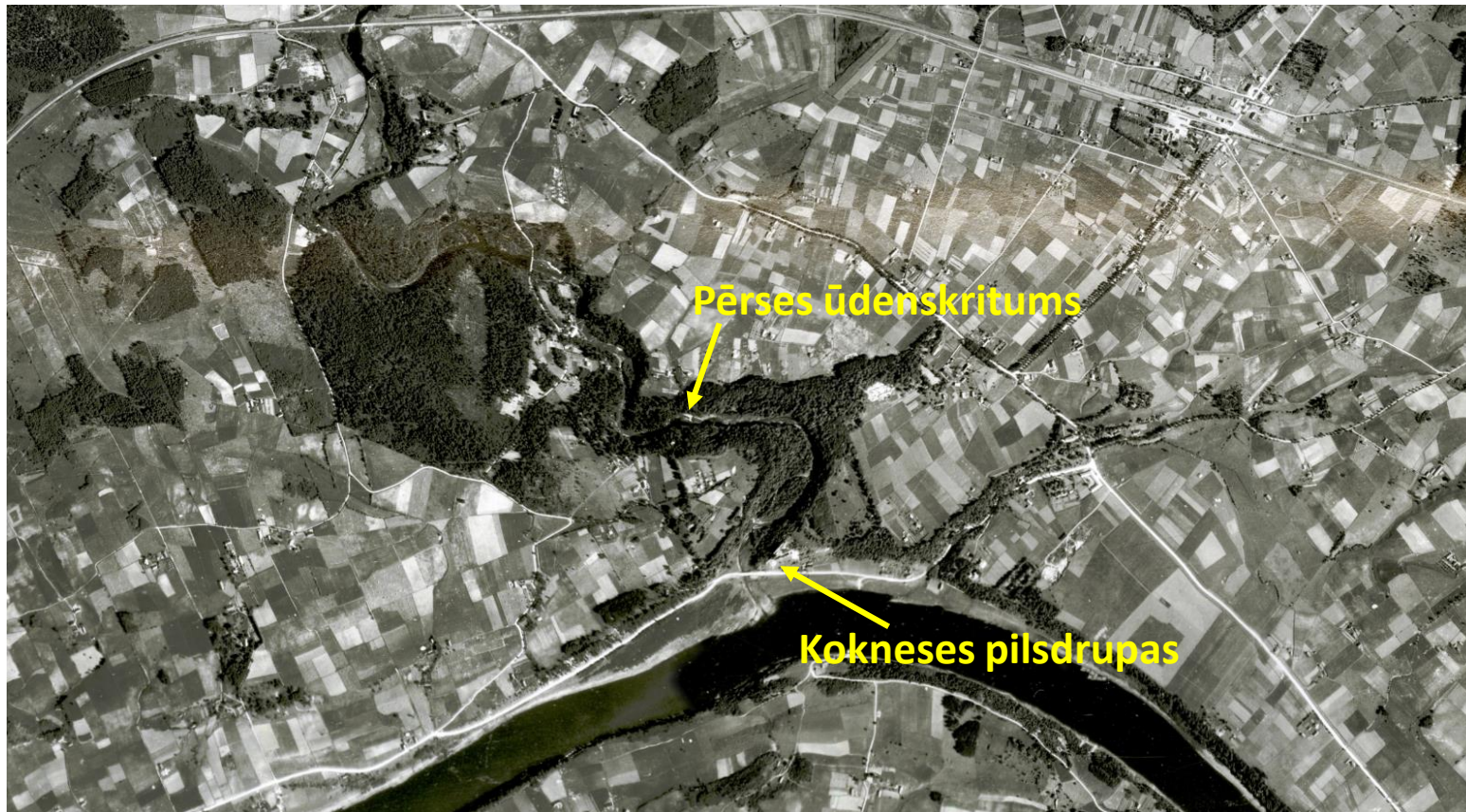
Luftwaffe, 1944

LĢIA, 2013





# Kokneses ortofoto karte - 1944



# Mēs piedāvājam

- **Pilna cikla pakalpojumu**, kurā datu izgūšanu veicam mēs un pasūtītājs saņem gala produktus – 3D realitātes modeļi, no tā atvasinātos datu produktus, mērījumus, vizuālos materiālus un lietojumprogrammu.
- **“Datus iegūsti pats”** – pasūtītājs pats veic attēlu uzņemšanu un/vai lāzerskenēšanu, nepieciešamos papildus mērījumus, un mēs paveicam modelēšanas darbus, kā arī sniedzam nepieciešamās konsultācijas datu iegūšanai. Pasūtītājs saņem 3D realitātes modeļi, no tā atvasinātos datu produktus, mērījumus, vizuālos materiālus un lietojumprogrammu.
- **“Visu dari pats”** – mēs piegādājam tam nepieciešamo licencēto programmatūru, nodrošinām apmācību programmatūras izmantošanā un sniedzam nepieciešamās tālākās konsultācijas.





