

Suradnički istraživački i inovacijski projekt za revitalizaciju BIM procesa

Péter Gyuris

Geonardo Environmental Technologies Ltd., mr. sc., peter.gyuris@geonardo.com

Bese Pál

Geonardo Environmental Technologies Ltd., mr. sc., bese.pal@geonardo.com

Csaba Benedek

Institut za računalnu znanost i kontrolu, Istraživačka mreža Eötvös Lóránd, dr. sc.
benedek.csaba@sztaki.hu

Zsolt Jankó

Institut za računalnu znanost i kontrolu, Istraživačka mreža Eötvös Lóránd, dr. sc.
janko.zsolt@sztaki.hu

Sažetak: Europskom fondu zgrada potrebna je brza i pristupačna digitalizacija kako bi se olakšao proces obnove radi postizanja veće energetske učinkovitosti u zgradama i kućama. Za razliku od novijih zgrada, većina stambenih zgrada izgrađenih između 1925. i 1975. godine nema odgovarajuću dokumentaciju i digitalne podatke o izgradnji. Za planiranje projekata rekonstrukcije ili obnove fasada potrebni su digitalni podaci o zgradi (geometrija i podaci o značajkama). Ovaj posao može biti učinkovit samo ako je zainteresiranim stranama (vlasnicima, arhitektima, izvođačima itd.) na raspolaganju BIM (eng. Building Information Modelling). Dok urbanisti općina ili poduzeća za socijalne stanove nastoje upravljati svojim nekretninama i portfeljem zgrada na više razina, ove zainteresirane strane nastoje pronaći pristup koji omogućuje prostorno planiranje, učinkovito upravljanje imovinom, te usluge potrošnje i upravljanja energijom za svoje zgrade. U projektu s oznakom EUREKA (E!12649 Ready2BIM) zajedno su radila tri partnera, dva iz Mađarske (Geonardo Ltd. i SZTAKI) i jedan iz Njemačke (CAALA GmbH).

Ključne riječi: Building Information Modelling, lasersko skeniranje, 3D oblaci točaka, informacijski model grada, Web-GIS

Collaborative research and innovation project for revitalizing the BIM process

Abstract: The European building stock needs fast and affordable digitalization for facilitating the renovation process to achieve higher energy efficiency in buildings and in houses. Most of the residential buildings built between 1925-1975 lack proper documentation and digital building information, as opposed to newer buildings. Digital building information (geometry and attribute data) is required to plan retrofitting projects or renovations of facades. This work can only be efficient if Building Information Modelling (BIM) is available for stakeholders (owners, architects, contractors etc.). Whereas city planners of municipalities or social housing companies are striving to manage their properties and building portfolio on multiple scales, these stakeholders are seeking an approach that enables spatial planning, efficient asset management and energy consumption and management services for their buildings. In a EUREKA labelled project (E!12649 Ready2BIM) three partners worked together, two from Hungary (Geonardo Ltd. and SZTAKI) and one from Germany (CAALA GmbH).

Key words: Building Information Modelling, Laser Scanning, 3D Point clouds, City Information Model, Web-GIS

1. UVOD

Veliki komercijalni i institucionalni građevinski projekti pokazuju stopu korištenja BIM-a veću od 50%, međutim BIM se koristi u samo 7% svih stambenih projekata, pošto je u praksi primjena BIM-a u stambenim projektima neučinkovita pa je tržište otvoreno za inovativna rješenja. Ovaj projekt pruža inovativni softverski proizvod (online platformu Ready2BIM) i povezane usluge izmjere građevina i procjene održivosti za novo "digitalno" tržište obnove. Ova online platforma je dodatni i inovativan skup alata za projekte obnove u procjenama i planiranju rekonstrukcije zgrada i kvartova, koji kombinira potencijal BIM-a (eng. Building Information Modelling) tako što arhitektima i planerima omogućuje rad na više razina i na više zgrada s dovoljnim brojem podataka i informacija prikupljenih o zgradama i kvartovima.

Jedna od glavnih prednosti ove online platforme je mogućnost povezivanja s drugim uslugama - na internetu i van njega - kako bi se podržala dodatna udobnost krajnjih korisnika pristupom "sve na jednom mjestu". Kako bi se to postiglo, platforma je razvila API-je tako da se usluge trećih strana, na primjer drugi programi na internetu, mogu uključiti kako bi se omogućilo modeliranje zgrada. Dio aplikacije prema zadanim postavkama također je i izravna veza s besplatnim Web-GIS podacima, koja omogućuje uvoz postojećih geometrijskih podataka, npr. nacрта ili gabarita zgrada.

1.1 Osnovni podaci

Ova online platforma se temelji na nekoliko industrijskih standarda i tehničkih funkcija. Platforma je ekosustav tehnologija koje se danas koriste u projektiranju zgrada, izgradnji i urbanizmu.

U AEC industriji (arhitektura, inženjering, građevinarstvo) ključna je mogućnost međusobnog funkcioniranja. Zajednica BuildingSmart je predvodnik openBIM-a koji je kreiran za izradu standarda podataka za industriju. Najvažniji proizvod je definicija podatkovne sheme kojom se zgrade predstavljaju digitalno, i geometrijski i s podacima o značajkama. Njihova objavljena međunarodna shema podataka je ISO Industry Foundation Classes (ISO IFC) koja se može koristiti za razmjenu podataka o zgradama između softvera i/ili online aplikacija. Time se pomaže suradnički rad između više stručnjaka i disciplina u industriji, na primjer, arhitekata, inženjera strojarstva, elektrotehnike itd.

Razina 1 BIM-a uspostavlja metodologiju za upravljanje podacima o izgradnji, uključujući one koje generiraju CAD sustavi, koristeći kontrolirani proces za suradnju i utvrđena pravila dodjeljivanja naziva. Kao osnovu mogu je koristiti svi sudionici tijekom svih faza projekta, uključujući lanac opskrbe. Razina 2 BIM-a zahtijeva definiranje očekivanih rezultata temeljenih na datotekama koristeći zajedničko podatkovno okruženje (CDE). Te datoteke mogu biti arhitektonski, energetske modeli ili proračunske tablice izvješća (između mnogih drugih). Međutim, razina 2 BIM-a ide korak naprijed i primjenjuje koncept "inteligentnih knjižnica" i "inteligentnih modela".

Dinamičko simulacijsko modeliranje, geografski informacijski sustavi (GIS), pohrana i analiza podataka u oblaku, ključni pokazatelji performansi (KPI) i alati za optimizaciju/analizu vrijednosti temeljeni na različitim poslužiteljskim softverskim alatima konceptualizirani su u projektu FASUDIR čiji je Geonardo bio partner u konzorciju. Različite mjere obnove su preuzete sa repozitorija tehnologija koji je rezultat prethodnih istraživačkih projekata i predstavlja trenutne mjere rekonstrukcije (primjena RES, izolacija itd.).

3D modeliranje zgrada ima dva glavna aspekta, geometrijsko modeliranje zgrade i semantičko modeliranje koje u svim slučajevima poboljšava geometrijske modele podacima o značajkama zgrade, npr. širina zidova, vrsta krova itd. U posljednjih 5-10 godina geometrijski i semantički modeli postali su rašireni, npr. CityGML (baza za INSPIRE shemu

Gyuris, P., Pal, B., Benedek, C., Janko, Z.

Suradnički istraživački i inovacijski projekt za revitalizaciju BIM procesa

podataka za zgrade), arhitektonski modeli korišteni u Autodesku (.RVT), Nemetschek (.pln) itd.

Izazov je bio formirati sveobuhvatan informatički sustav kao okvir koji upravlja različitim shemama podataka, no ipak se pokazuje učinkovitim u uporabi za primanje informacija koje služe inženjerima, izvođačima itd. za projektiranje zgrada i rekonstrukcija.

2. KONCEPT

Postojeći prototipovi i tehnologije koje posjeduje projektni konzorcij nisu međusobno povezani i koriste različite formate datoteka, baze podataka i rade na različitim razinama. Dok je prototip FASUDIR bio osmišljen za procjene na razini grada i kvarta, CAALA alat i algoritmi za 3D modeliranje uglavnom se mogu primijeniti samo na razini zgrade. Tijekom projekta Ready2BIM, različite tehnologije su poboljšane novim funkcionalnostima i povezane u jednu online platformu kao jedinstveni ekosustav alata. Na taj način, interakcija različitih modula na više razina omogućuje mnogo naprednije planiranje i procjenu izgrađenog okruženja u jednom alatu. Stoga platforma omogućuje povezivanje različitih izvora podataka za prikupljanje podataka i naprednu analizu s oblakom (npr. big data, obrada analognih tlocrta i računa za energiju, dronovi, oblak točaka itd.). Online platforma je dodatno razvijena kako bi primila više vrsta podataka o zgradama kao što su arhitektonski podaci, npr. crteži, CAD/IFC i standardni 3D formati datoteka. Također je bilo potrebno uključiti podatke kao što su vrsta zgrade, godina izgradnje, podaci o računima itd.; sve što je važno za planiranje projekata rekonstrukcije s izračunom troškova i povratom od ulaganja. Osim toga, platforma omogućuje upravljanje svim integriranim podacima i pružanje različitih usluga vlasnicima u upravljanju njihovim portfeljem zgrada (upravljanje imovinom). Platforma Ready2BIM podržava prostorno planiranje uključivanjem GIS podataka (europski standard INSPIRE/CityGML), omogućuje upravljanje 3D modelom grada visoke razlučivosti pomoću slika dronom i 3D laserskog skeniranja za prilagođene operacije putem portfelja komercijalnih usluga malih i srednjih poduzeća koja sudjeluju.

Aktivnosti istraživanja i inovacija na 3D modeliranju zgrada, integracija BIM baze podataka s gradskim informacijskim modelom (GIS) omogućavaju pružanje više usluga na građevinskom tržištu i povezivanje s više sudionika tržišta u sektoru građevinarstva i online usluga.

2.1 Ciljevi istraživanja

Projekt se temelji na sljedećim glavnim razvojnim fazama:

Na početku su definirane i izrađene sve potrebne definicije i osnovna istraživanja za arhitekturu nove online platforme: arhitektura nove online platforme, koja definira sve zahtjeve međuoperativnosti različitih modula i način na koji se ti moduli (npr. prototip FASUDIR i alat CAALA) mogu međusobno povezati i funkcionirati zajedno. Također, kako bi se omogućilo da se BIM proces u alatu izvodi na razini zgrade, planirani su i povezani novi moduli za pametne algoritme za kreiranje 3D modela na razini zgrade. Nadalje, definirani su potrebni podatkovni zahtjevi za interakcijom svih modula softvera i formata podataka (izvora podataka, razina detaljnosti, mjerila, itd.)

Online platforma je dodatno razvijena kako bi primila više vrsta podataka o zgradama kao što su arhitektonski podaci, npr. crteži, CAD/IFC i standardni 3D formati datoteka. Također je bilo potrebno uključiti podatke kao što su vrsta zgrade, godina izgradnje, podaci o računima itd.; sve što je važno za planiranje projekata rekonstrukcije s izračunom troškova i povratom od ulaganja. Sve potrebne zadane baze podataka su definirane i postavljene.

Gyuris, P., Pal, B., Benedek, C., Janko, Z.

Suradnički istraživački i inovacijski projekt za revitalizaciju BIM procesa

U 2. fazi trebalo je provesti implementaciju i programiranje nove online platforme: postaviti sučelja za povezivanje različitih formata podataka i postojećih modula (prototip FASUDIR, alat CAALA, algoritmi 3D modeliranja itd.) i integrirati ih na poslužitelj online platforme. Planirano je da se na online platformu povežu svi vanjski servisi (npr. Web-GIS poslužitelj, otvoreni izvori podataka, API-ji). Planirano je da jednostavno grafičko korisničko sučelje temeljeno na 3D karti omogući korisnicima brzu i laganu interakciju s online platformom.

3. IMPLEMENTACIJA

3.1 Online alati za rad sa zgradama

Ready2BIM platforma podržava aktivnosti u sljedećim fazama:

- Modeliranje grada: pristupom podacima OpenStreetMap-a putem korisničkog sučelja temeljenog na karti ili učitavanjem GIS podataka može se postaviti cjeloviti model grada.
- Analiza na razini područja: na zgradama modela grada svi pokazatelji performansi se automatski izračunavaju i prikazuju korisniku.
- Analiza na razini zgrade: pojedinačne zgrade su dostupne kao IFC modeli koji se mogu preuzeti za daljnju analizu u vanjskim alatima (npr. CAALA alat). Rezultati koji se dobivaju CAALA alatom se uvoze u JSON formatu podataka. Za podršku integraciji alata CAALA u platformu objavljen je namjenski odjeljak API-ja.
- Izvještavanje: rezultati na razini područja i zgrade dostupni su za izvoz kao datoteke u XLSX formatu.

Javno pregledavanje dostupnih podataka:

Posjetiteljima je dopušten pristup javnim modelima grada. Prvenstveni prikaz podataka je karta na kojoj se prikazuju geografski referentni podaci (npr. ulice, zgrade).

Sljedeće funkcije podržavaju pristup korisnika podacima od interesa:

Traženje lokacije pomoću Google Geolocation API-ja,

Traženje zgrade po adresi.

Nakon traženja lokacije ili zgrade, klikom na zgradu otvara se njezin informativni list na kojem su sažete opće pojedinosti zajedno s povezanim pokazateljima performansi i rezultatima procjene, prikazanim na grafikonima (npr. linijski grafikon za podatke vremenskog niza).

Podaci prikazani na informativnom listu dostupni su kao proračunska tablica u XLSX formatu koja se može preuzeti.

Aktivacija zgrade:

Korisnici u fazi modeliranja grada mogu aktivirati zgrade, to je postupak dodavanja novih zgrada u gradski model slanjem podataka o nacrtu u ESRI Shapefile ili GeoJSON formatu podataka. Korisnici isto tako mogu aktivirati zgrade koristeći OpenStreetMap sloj prikazan kao osnovni sloj karte.

Čarobnjak za unos podataka (Data Entry Wizard) koordinira proces aktiviranja zgrade koji se sastoji od prethodno spomenutog prikupljanja podataka o nacrtu zgrade i pojednostavljene metode za postavljanje vrijednosti karakteristika zgrade.

Svim registriranim korisnicima je dopušteno aktivirati zgrade u svojim modelima grada.

Energetska simulacija:

Sve simulacije se pokreću automatski nakon što se zgrada aktivira.

Analiza podataka:

Gyuris, P., Pal, B., Benedek, C., Janko, Z.

Suradnički istraživački i inovacijski projekt za revitalizaciju BIM procesa

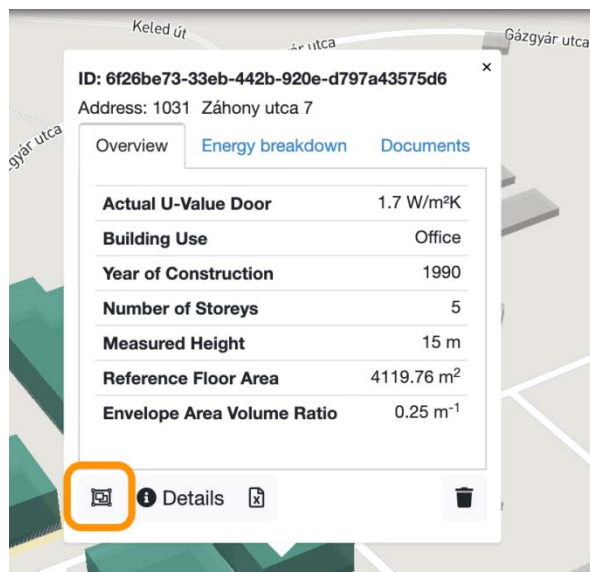
Na korisničkom sučelju dostupni su posebni alati za analizu podataka. Ovi alati rade na odabirima, drugim riječima na više zgrada izdvojenih prema nekim kriterijima odabira.

Pomoćnik odabira:

Korisnici mogu uređivati pojedinačne zgrade i nizove zgrada radi dovršenja i promjene modela grada. Kako bi se olakšao ovaj proces, za poboljšanje odabira objekata (npr. zgrada) i provedbu višestrukih odabira osmišljen je pomoćnik odabira. Pomoćnik odabira se usmjerava na objekt(e) zgrade i kvarta ovisno o analizi (ključni pokazatelji performansi), promjeni značajki i primjeni intervencija.

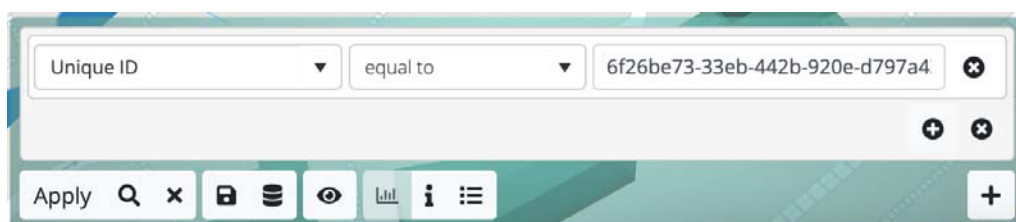
Definiranje odabira:

Na slici 1 prikazano je kako odabrati zgradu klikom na objekt zgrade i klikom na gumb "selection" (odabir). Ova metoda odabira zgrade funkcionira pomoću karte.



Slika 1. Dodajte zgradu u odabir1

Nakon što se zgrada odabere, ona se pojavljuje kao kriterij na polju pomoćnika odabira sa svojim jedinstvenim identifikacijskim brojem i karakteristikama.

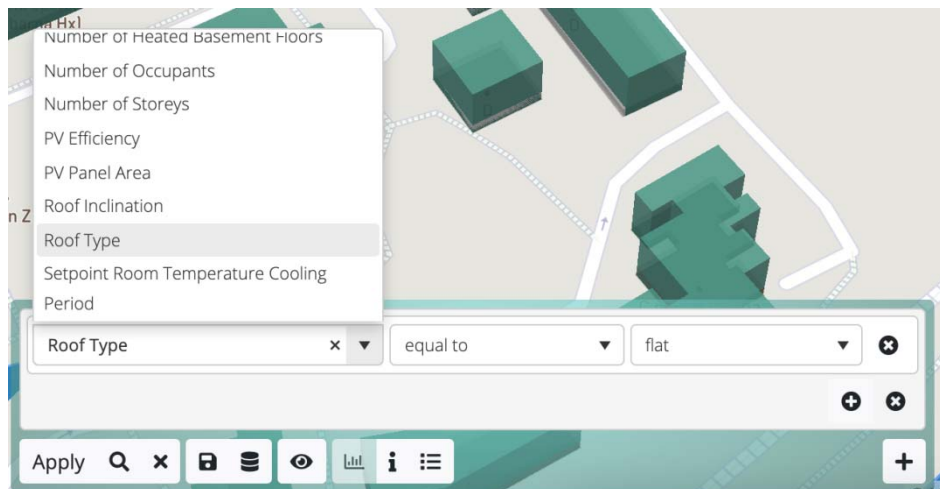


Slika 2. Pomoćnik odabira2

Postoji još jedan način postavljanja odabira. Na polju pomoćnika odabira mogu se postaviti složeni kriteriji definiranjem grupa kriterija koje sadrže pojedinačne kriterije prema specifičnim građevinskim svojstvima energetskih karakteristika.

Gyuris, P., Pal, B., Benedek, C., Janko, Z.

Suradnički istraživački i inovacijski projekt za revitalizaciju BIM procesa



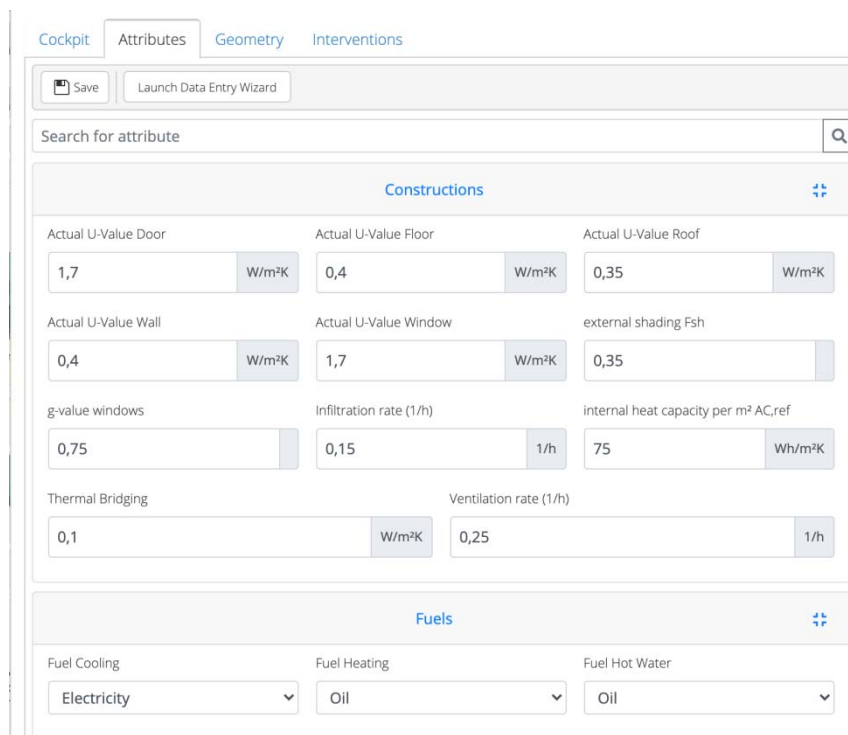
Slika 3. Primjer prilagođenog kriterija odabira³

Rad s podacima:

Pojedinosti o zgradi, kao što su "broj katova" ili "status nasljeđa", su značajke važne za postavljanje pravilnog statusa modela; stoga ih je dopušteno provjeravati i uređivati.

Uređivač značajki (eng. Attribute Editor):

Svojstva zgrade pohranjena na modelu zgrade služe kao ulazni podaci za geometrijsku i energetska simulaciju. Svaka značajka zgrade može se navesti na polju uređivača značajki radi uređivanja.



Slika 4. Polje za uređivanje svojstava (Attribute Editor)

Gyuris, P., Pal, B., Benedek, C., Janko, Z.

Suradnički istraživački i inovacijski projekt za revitalizaciju BIM procesa

Klikom na Save (Spremi) model grada se ažurira i sve potrebne simulacije se mogu pokrenuti. Postoje značajke koje utječu i na geometrijske karakteristike, na primjer, broj katova.

Alat za analizu ključnih pokazatelja performansi (KPI-ja):

Ovaj alat korisnicima omogućuje uvid u performanse zgrada i kvartova u skladu s kriterijima koji postoje u trenutnim metodama procjene s ekološkog, ekonomskog i stajališta održivosti. Nakon primjene odabira, alat za analizu KPI-ja može prikazati kombinirane rezultate na grafikonima kao i u tabličnom obliku.

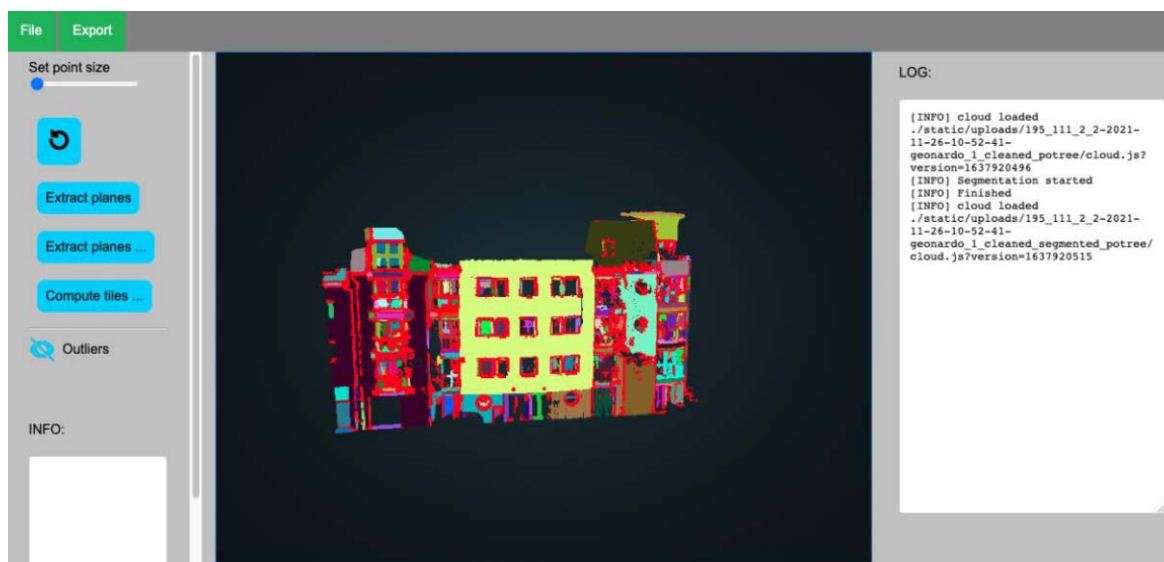
3.2 Online alati za analizu fasada zgrada

U ovom poglavlju raspravljamo o razvijenom alatu koji se može primijeniti u fazi idejnog projekta rekonstrukcije zgrade radi prikupljanja podataka o fasadi s visokom preciznošću putem laserskog skeniranja. Nakon toga, korištenjem funkcija analize na 3D oblaku točaka, površine su spremne za izolaciju i može se izračunati volumen materijala.

Nakon pokretanja alata za analizu fasada, na platformi se može učitati oblak točaka, a istovremeno se na upravljačkoj ploči pojavljuju gumbi koji omogućuju segmentaciju.

Korisnik može pokrenuti segmentaciju (detekciju ravnine) s dva zasebna gumba. U prvom slučaju, algoritam se izvršava sa zadanim parametrima. U drugom se pojavljuje prozor u kojem alat traži tri parametra: prag zakrivljenosti i glatkoće površine i najmanji lisni elementi u strukturi vokselu.

Nakon uspješnog izvođenja segmentacije, vidljiv je oblak obojenih točaka, gdje različite boje predstavljaju različite ravnine (segmente zida).

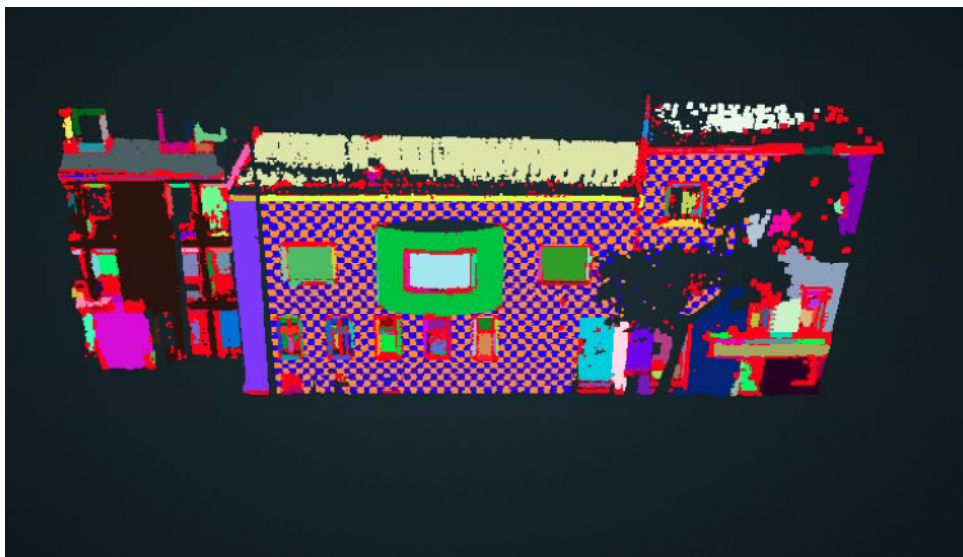


Slika 5. Segmentirani zidovi nekoliko zgrada

Na segmentiranom oblaku točaka možete odabrati pojedinačne zidove, čak i nekoliko odjednom. Zatim možete "popločati" odabrane segmente pritiskom na gumb Compute tiles, nakon čega će se pojaviti prozor u kojem možete odrediti veličinu pločica. Pločice mogu biti i pravokutne.

Gyuris, P., Pal, B., Benedek, C., Janko, Z.

Suradnički istraživački i inovacijski projekt za revitalizaciju BIM procesa



Slika 6. Popločana fasada zgrade

Numerički podaci za popločavanje su prikazani na dnu upravljačke ploče:

```
Tile count : 118
Covered Area: 81.304008
Number of full tiles: 59
Number of incomplete
tiles: 59
```

Slika 7. Blok podataka o popločanoj fasadi zgrade

Rezultati svakog koraka (segmentacija i popločavanje) mogu se spremiti u stavci izbornika Export (Izvoz). Korisnik uvijek može spremiti rezultat trenutnog koraka. Oblak točaka je dostupan u PCD ili PLY formatu, prema odabiru, dok je vektorski model dobiven popločavanjem dan u PLY formatu. Pločice bi mogle predstavljati izolacijske ploče u postupku rekonstrukcije, za koji je u ovom alatu potrebno samo nekoliko sekundi za planiranje i proračun količine i procjenu troškova projekta rekonstrukcije zgrade.

4. ZAKLJUČCI

Ready2BIM pruža sveobuhvatan softverski proizvod koji obuhvaća skup alata za modeliranje zgrada i gradova, obradu podataka i upravljanje te planiranje projekata rekonstrukcije i simulaciju ključnih metričkih podataka iz nekoliko dimenzija (energetske potrebe, udio obnovljivih izvora, emisije ugljika, isplativost troškova, ekološka kvaliteta, zdravlje i dobrobit, mobilnost itd.). Ready2BIM je jedinstven alat jer omogućuje planerima rad na više dimenzija. Stoga, za novi skup web alata glavni rezultati su sljedeći: (i) poslužitelj u oblaku, koji sadrži stare geometrijske i semantičke podatke za različite objekte zgrada, kvarta i grada, (ii) alati razvijeni kako bi se planerima omogućilo da procijene različite definirane ključne metrike poznate kao ključni pokazatelji performansi (KPI) za nekoliko dimenzija za pomoć u planiranju budućih obnova, (iii) implementirana je nova funkcija generiranja pametnog modela za zgrade, koja omogućuje povezivanje različitih izvora podataka, kao i vanjskih usluga putem API-ja na poluautomatski ili potpuno automatski kreirane 3D modele zgrada i

Gyuris, P., Pal, B., Benedek, C., Janko, Z.

Suradnički istraživački i inovacijski projekt za revitalizaciju BIM procesa

sve potrebne geometrije, (iv) prikupljanje podataka i usluge pregleda zgrada za općine i vlasnike nekretnina, (v) digitalizacija fonda zgrada i savjetovanje u implementaciji BIM i CIM procesa u općinama i za privatne vlasnike.

Zahvala

Konzorcij Ready2BIM se zahvaljuje na potpori Nacionalnog fonda za inovacije u istraživanju (NRDI) mađarske vlade. Projekt Ready2BiM je financiran iz NRDI fonda. Broj ugovora: 2018-2.1.3-EUREKA-2018-00032.

LITERATURA

1. Schuhmacher S., Böhm J. Georeferencing of terrestrial laserscanned data for applications in architectural modelling, University of Stuttgart, Institute for Photogrammetry, Germany, 2005
2. Lee, S.M.; Joon I.J.; Lee, B.H.; Leonessa, A.; Kurdila, A. A real time grid-map generation and object classification for ground based 3D Lidar data using image analysis techniques. Proc. IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2010
3. Papon, J. et al. Voxel cloud connectivity segmentation - supervoxels for point clouds. In: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2013, pp. 2027-2034.
4. Chmielewski, Sz., Tompalski, P. Estimating outdoor advertising media visibility with voxel-based approach. Applied Geography, 2017, no. 87, pp. 1-13
5. Marton Z.C., Rusu R.B., Beetz M. On Fast Surface Reconstruction Methods for Large and Noisy Datasets, Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), May 12-17, 2009, Kobe, Japan
6. European Commission Joint Research Centre D2.8.III.2 Data Specification on Buildings – Technical Guidelines (EC), December 10, 2013, INSPIRE Knowledge Base
<https://www.ukbimframework.org/> (posljednje put posjećeno 09.12.2021.)
<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/> (posljednje put posjećeno 09.12.2021.)