

**Proiect Erasmus+ 2022-1-NO01-KA220-HED-000087893**

Acest proiect Erasmus+ a fost finanțat cu sprijinul Comisiei Europene. Această publicație reflectă numai opiniile autorilor, iar Comisia Europeană și agențiile naționale Erasmus+ nu pot fi considerate responsabile pentru utilizarea informațiilor conținute în aceasta

**Proiect de construcție BIM-LCA****Raport de studiu de caz**

STUDIU DE CAZ UTCN Modele BIM ale structurii unei clădiri și ale unei secțiuni de drum  
Realizarea unei evaluări a durabilității ciclului de viață a diferitelor materiale și deșeuri

## Partea 2

**1 - Scopuri**

Această prezentare oferă o analiză cuprinzătoare a modului în care Building Information Modelling (BIM) funcționează în proiectele de infrastructură rutieră. Prezentarea explorează istoria și principiile de bază ale BIM, subliniind beneficiile și potențialul acestuia pentru dezvoltarea infrastructurii rutiere. Se discută utilizarea BIM pentru proiectarea, construcția și întreținerea drumurilor, evidențiindu-se rolul său în îmbunătățirea colaborării, optimizarea rezultatelor proiectelor și sprijinirea gestionării activelor. În plus, prezentarea examinează caracteristicile și capacitățile specifice ale BIM în software-ul Civil Site Design. În concluzie, se discută oportunitățile și provocările implementării BIM în proiectele de infrastructură rutieră și se oferă o perspectivă asupra viitorului BIM în industrie. În general, această analiză subliniază potențialul de transformare al BIM în revoluționarea dezvoltării infrastructurii rutiere, conducând în cele din urmă la rețele de transport mai durabile și mai eficiente.

**2 - Descrierea studiului de caz**

The

**3 - Stadiul actual al utilizării BIM pentru a evalua durabilitatea proiectării unui drum**

Building Information Modelling - BIM a apărut ca o tehnologie transformatoare în industria construcțiilor, revoluționând modul în care proiectele sunt planificate, concepute, construite și gestionate. Inițial, BIM a fost utilizat în proiectele de construcții civile, dar aplicarea sa s-a extins la domeniul infrastructurii rutiere, oferind mai multe beneficii pentru proiectarea, construirea și întreținerea rețelelor de



transport.

BIM în infrastructura rutieră permite părților interesate să utilizeze instrumente și procese digitale avansate pentru a spori colaborarea, a îmbunătăți acuratețea proiectării, a raționaliza operațiunile de construcție și a optimiza gestionarea activelor. Această prezentare explorează potențialul și semnificația BIM în infrastructura rutieră, examinând istoria sa, definind principiile sale de bază și aprofundând aplicațiile și beneficiile sale de mare anvergură. Prin înțelegerea capacităților și beneficiilor BIM în infrastructura rutieră, putem evalua potențialul său de a remodela industria, îmbunătățind rezultatele proiectelor și contribuind la rețele de transport mai durabile și mai eficiente.

#### 4 - Regulamente și standarde

- [1] <https://www.geospatialworld.net/blogs/what-is-bim/>
- [2] Arhitectură, Parametric. Ce este Building Information Modeling (BIM)? [Online] 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=3VYIYMnONS8>.
- [3] Autodesk Soluții pentru clădiri. Ce este BIM (Building Information Modeling)? [Online] 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=suNadRnHy-U>.
- [4] BuiltEvolve Channel. Interoperabilitatea în BIM și schimbul de date. [Online] 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=3BJmVb8XpGQ>.
- [5] Explorist. Ce este BIM și cum schimbă acesta industria construcțiilor? [Online] 2019. [https://www.youtube.com/watch?v=cUkW2jjNC\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=cUkW2jjNC_w).
- [6] Civil Studio Solutions Pty Ltd. Civil Șantier Design. [Online] <https://civilsitedesign.com.au/>.
- [7] CADexpert NET. Compania de soluții de inginerie CADexpert NET. [Online] <https://www.cadexpert.eu/noutati/860-bim-viitorul-vine-pest-noi>

#### 5 - Metodologia studiului de caz.

Building Information Modelling - BIM a apărut ca o tehnologie transformatoare în industria construcțiilor, revoluționând modul în care proiectele sunt planificate, concepute, construite și gestionate. Inițial, BIM a fost utilizat în proiectele de construcții civile, dar aplicarea sa s-a extins la domeniul infrastructurii rutiere, oferind mai multe beneficii pentru proiectarea, construirea și întreținerea rețelilor de transport.

BIM în infrastructura rutieră permite părților interesate să utilizeze instrumente și procese digitale avansate pentru a spori colaborarea, a îmbunătăți acuratețea proiectării, a raționaliza operațiunile de construcție și a optimiza gestionarea activelor. Această prezentare explorează potențialul și semnificația BIM în infrastructura rutieră, examinând istoria sa, definind principiile sale de bază și aprofundând aplicațiile și beneficiile sale de mare anvergură. Prin înțelegerea capacităților și beneficiilor BIM în



infrastructura rutieră, putem evalua potențialul său de a

remodela industria, îmbunătățind rezultatele proiectelor și contribuind la crearea unor rețele de transport mai durabile și mai eficiente.

Conceptul de Building Information Modelling (BIM) a apărut încă din anii 1970, odată cu introducerea primelor sisteme de proiectare asistată de calculator (CAD), însă abia în anii 1990 a început să prindă contur conceptul de BIM așa cum îl cunoaștem astăzi.

Dezvoltarea BIM a fost influențată de progresele înregistrate în tehnologia informatică, modelarea 3D și instrumentele de colaborare. De-a lungul anilor, BIM a evoluat de la un instrument de modelare 3D la un proces cuprinzător care integrează date, informații și fluxuri de lucru pe tot parcursul ciclului de viață al unui proiect de construcție.

La începutul anilor 2000, guvernele și organizațiile industriale au recunoscut potențialul BIM de a îmbunătăți eficiența și productivitatea industriei construcțiilor. Pe măsură ce BIM a câștigat teren, au fost elaborate standarde și protocoale industriale pentru a asigura interoperabilitatea și colaborarea între diferitele părți interesate.

Evoluția BIM a fost determinată și de progresele tehnologice, cum ar fi cloud computing, dispozitivele mobile și inteligența artificială. Aceste progrese au facilitat colaborarea în timp real, îmbunătățirea capacităților de analiză a datelor și o mai bună accesibilitate la modelele BIM.

În prezent, BIM este recunoscut ca o componentă fundamentală a transformării digitale a industriei construcțiilor. Acesta a devenit o parte integrantă a realizării proiectelor, permițând părților interesate să creeze, să analizeze și să gestioneze reprezentări digitale ale activelor fizice. BIM nu se limitează doar la proiectele de construcții civile, ci s-a extins pentru a include proiecte de infrastructură precum drumuri, poduri și utilități.

În esența sa, BIM este ghidat de mai multe principii fundamentale care îi modelează metodologia și implementarea. Primul principiu al BIM este crearea unei reprezentări digitale comune a unei clădiri pe tot parcursul ciclului său de viață. Aceasta înseamnă că BIM cuprinde nu numai geometria fizică a clădirii, ci și datele și informațiile relevante asociate cu proiectarea, construcția și exploatarea acesteia.

Al doilea principiu este natura colaborativă a BIM, care încurajează echipele să lucreze împreună într-un mod coordonat. BIM încurajează colaborarea prin schimbul și integrarea de date și informații între diferite părți interesate, permițând luarea unor decizii eficiente și reducând erorile sau conflictele.

Al treilea principiu al BIM este utilizarea modelării parametrice, care permite crearea de obiecte inteligente și dinamice care pot fi modificate și actualizate pe parcursul ciclului de viață al proiectului. Modelarea parametrică permite ca modificările aduse unui aspect al modelului să actualizeze automat alte aspecte conexe, asigurând coerența și acuratețea.

Al patrulea principiu este încorporarea interoperabilității datelor, asigurându-se că



informațiile pot fi schimbate și partajate între diferite platforme și programe informatice

sisteme. Acest lucru permite integrarea diferitelor seturi de date și promovează colaborarea eficientă.

În cele din urmă, BIM subliniază importanța gestionării informațiilor și a utilizării datelor structurate, permițând părților interesate să extragă informații valoroase și să ia decizii în cunoștință de cauză bazate pe informații fiabile și actualizate. Prin aderarea la aceste principii de bază, BIM permite părților interesate să optimizeze rezultatele proiectului, să îmbunătățească colaborarea și să crească eficiența și eficacitatea generală a procesului de construcție. Figura 1 prezintă conceptul BIM.

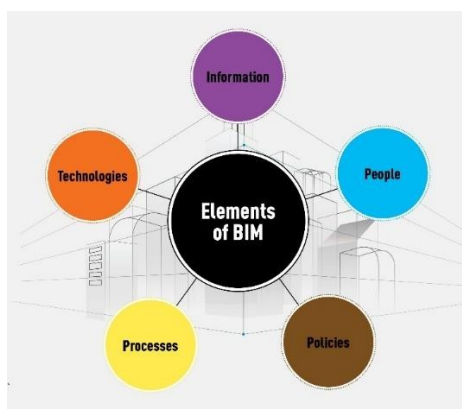


Figura 1 Conceptul BIM

BIM oferă o serie de posibilități și avantaje atunci când este aplicat proiectelor de infrastructură rutieră. Una dintre posibilitățile cheie este capacitatea de a crea modele 3D precise și detaliate ale rețelelor rutiere. Aceste modele pot include aliniamente, curbe, poduri, tuneluri și alte elemente, oferind o reprezentare digitală completă a întregii infrastructuri. Cu ajutorul BIM, părțile interesate pot vizualiza proiectul rutier într-un mediu virtual, ceea ce le permite să evalueze fezabilitatea proiectului, să identifice eventualele conflicte și să optimizeze proiectul înainte de începerea construcției.

O altă posibilitate a BIM pentru infrastructura rutieră este integrarea diferitelor domenii și surse de date. BIM permite schimbul și integrarea de date din diferite surse, cum ar fi topografia, analiza geotehnică, utilitățile și factorii de mediu. Prin încorporarea acestor date în modelul BIM, părțile interesate pot înțelege mai bine proiectul rutier, ceea ce duce la luarea de decizii mai bine informate și la o mai bună coordonare între diferitele echipe.

BIM oferă, de asemenea, oportunități de îmbunătățire a colaborării și comunicării în cadrul proiectului. Cu BIM, toate părțile interesate pot accesa și contribui la un model digital central, partajat, promovând o colaborare eficientă și reducând pierderea de informații. Acest lucru permite comunicarea în timp real, detectarea conflictelor și coordonarea între proiectanți, ingineri, antreprenori și alți participanți la proiect. Îmbunătățirea colaborării poate duce la reducerea erorilor, la o mai bună secvențiere a construcției și la o mai bună eficiență generală a proiectului.



În plus, BIM oferă posibilități de simulare și analiză a proceselor de construcție și întreținere a drumurilor. Prin încorporarea datelor în funcție de timp în modelul BIM,



părțile interesate pot simula secvențe de construcție, analiza fluxul de trafic și optimiza programele de construcție. Acest lucru permite identificarea potențialelor blocaje, a oportunităților de reducere a costurilor și de alocare eficientă a resurselor.

BIM are, de asemenea, potențialul de a sprijini gestionarea și întreținerea activelor pe tot parcursul ciclului de viață al infrastructurii rutiere. Prin integrarea informațiilor despre active în modelul BIM, proprietarii și operatorii de drumuri pot accesa date esențiale, cum ar fi programele de întreținere, starea activelor și istoricul performanțelor. Acest lucru facilitează planificarea proactivă a întreținerii, permite analiza predictivă și sprijină luarea de decizii în cunoștință de cauză pentru a maximiza durata de viață și eficiența rețelei rutiere.

## 6 - Dezvoltarea studiului de caz.

### 6.1 - Modele BIM.

Software-ul Civil Site Design, care încorporează principiile Building Information Modelling (BIM), oferă o serie de caracteristici puternice care îmbunătățesc proiectarea și analiza proiectelor de inginerie civilă. Una dintre caracteristicile cheie este integrarea obiectelor inteligente și a capacităților de modelare parametrică. Utilizatorii pot crea și manipula obiecte precum drumuri, aliniamente, suprafețe și sisteme de drenaj. Acest lucru permite modificări dinamice ale proiectării, prin care modificările aduse unui obiect actualizează automat componentele aferente, asigurând coerența pe parcursul întregului proces de proiectare (figura 2).

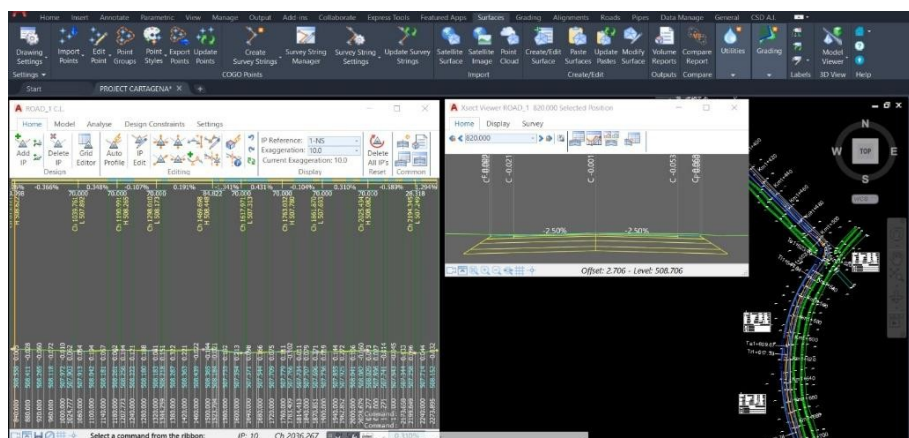


Figura 2

O altă caracteristică importantă a software-ului BIM pentru proiectarea civilă a amplasamentului este capacitatea de a genera modele 3D complete ale amplasamentului (figura 3). Aceste modele încorporează date topografice, analiza terenului și elemente de proiectare tehnică, oferind o reprezentare vizuală a proiectului. Cu ajutorul modelului 3D, utilizatorii pot efectua analize precum calcule de terasamente, estimări de excavații și umpluturi, analize de vizibilitate și pot vizualiza



impactul proiectului asupra mediului înconjurător.

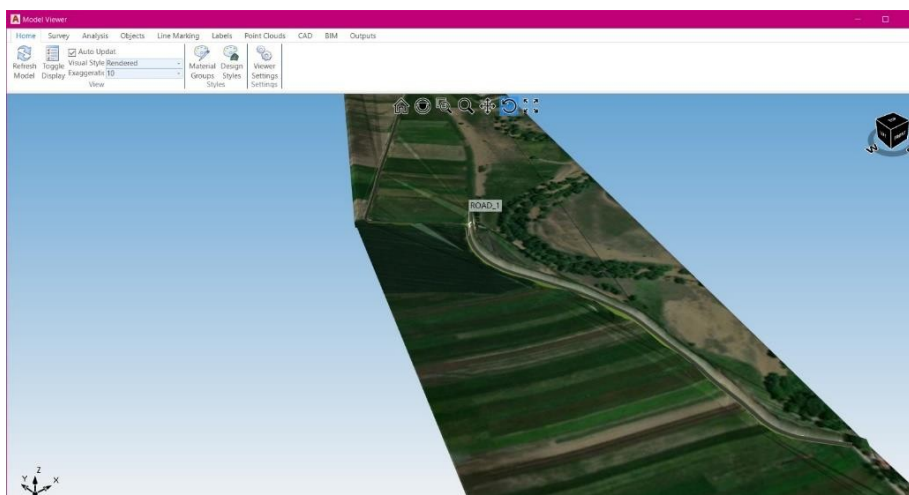


Figura 3

Civil Site Design permite, de asemenea, colaborarea și coordonarea eficientă între părțile interesate de proiect. Software-ul permite partajarea datelor de proiectare într-un mediu de date comun, facilitând colaborarea între inginerii civili, topografi, arhitecți și alți profesioniști. Acest mediu de colaborare eficientizează schimbul de informații, reduce erorile și conflictele și îmbunătățește comunicarea pe tot parcursul ciclului de viață al proiectului.

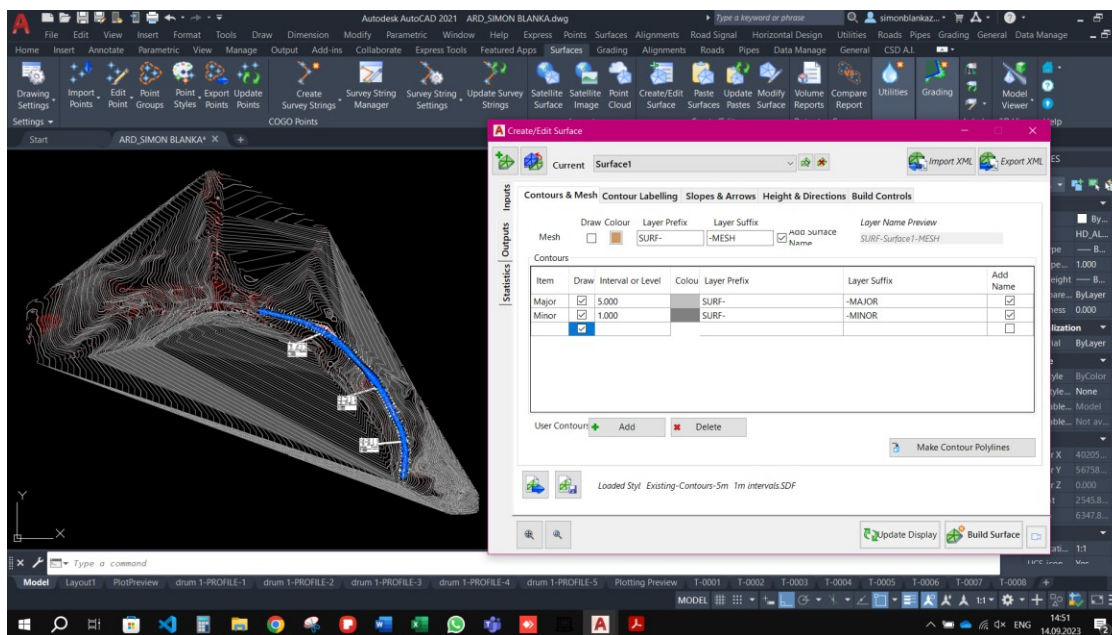
În plus, software-ul oferă instrumente avansate de analiză pentru optimizarea deciziilor de proiectare. De exemplu, utilizatorii pot efectua analize hidraulice pentru a evalua scurgerea apelor pluviale și pentru a determina dimensiunea și amplasarea optimă a sistemelor de drenaj. În plus, funcțiile BIM din software permit analiza aliniamentelor rutiere, permițând utilizatorilor să evalueze adecvarea proiectului, să analizeze liniile de vizibilitate și să optimizeze configurația drumurilor pentru siguranță și eficiență.

Integrarea cu datele geospațiale și sistemele topografice este o altă caracteristică notabilă a software-ului BIM pentru proiectarea șantierelor civile. Prin încorporarea datelor din sistemele de informații geografice (GIS), utilizatorii pot suprapune planurile amplasamentului peste informațiile topografice existente, pot vizualiza constrângerile proiectului și pot încorpora date specifice amplasamentului pentru o proiectare și o analiză mai precise.

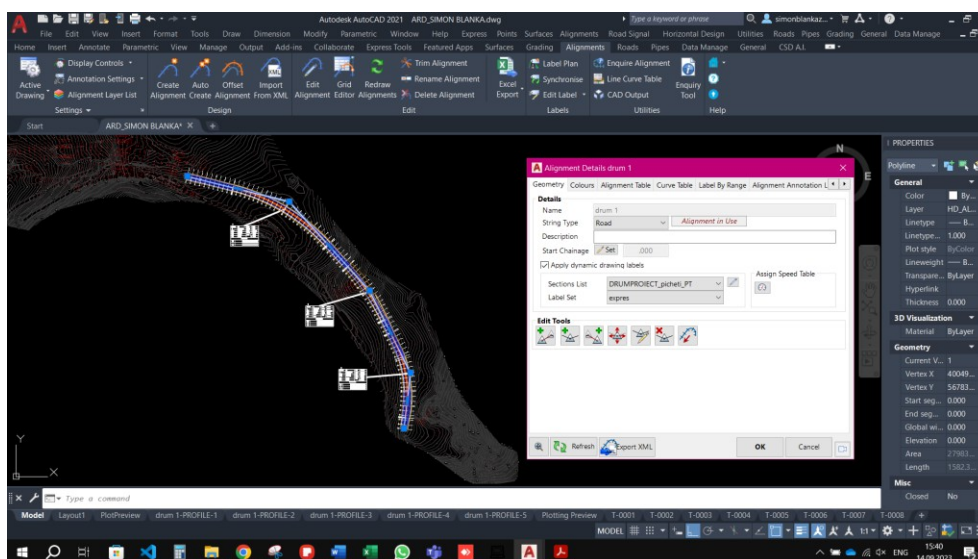
### 5.3 - Studiu de caz

Următorul studiu de caz implică procesul de proiectare a unui drum de categoria II folosind Civil Site Design. Scopul studiului este de a explora unele caracteristici principale ale software-ului, inclusiv BIM.

Procesul de proiectare începe cu crearea unei suprafețe folosind puncte topografice.


**Figura 4**

Imediat ce am creat suprafața, putem trece la crearea alinierii drumului. Odată ce am creat aliniamentul, IP-urile sunt editabile, putem seta raza curbilor. De asemenea, putem adăuga adnotări și etichete.


**Figura 5**

Software-ul funcționează cu șiruri de caractere și coduri. Putem construi secțiunile tipice ale drumului și apoi să trecem la proiectarea secțiunilor longitudinale și transversale.

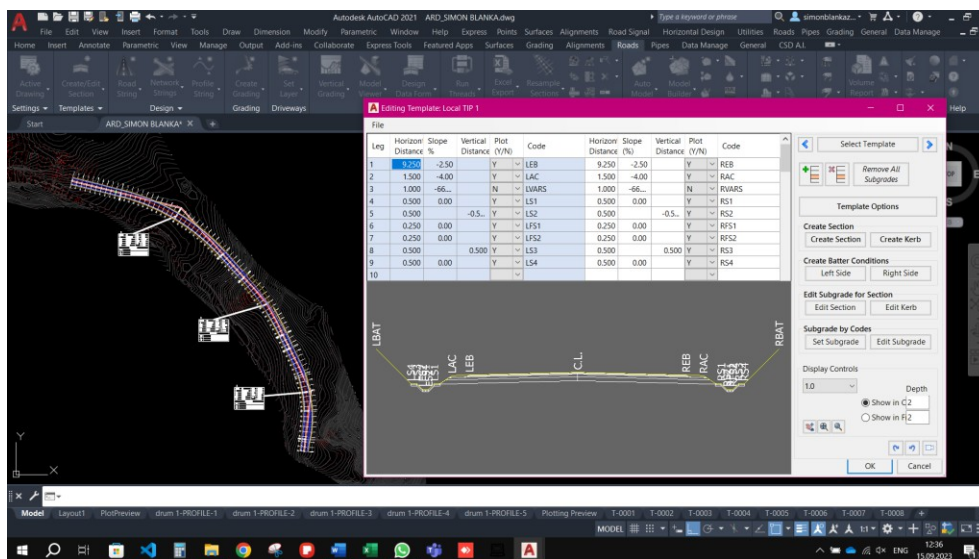


Figura 6

Principalul avantaj al software-ului este că utilizatorul poate urmări cu ușurință modificările în toate cele trei vederi (vedere simplă, secțiune longitudinală, secțiune transversală). Se recomandă utilizarea mai multor monitoare atunci când se lucrează cu CSD.

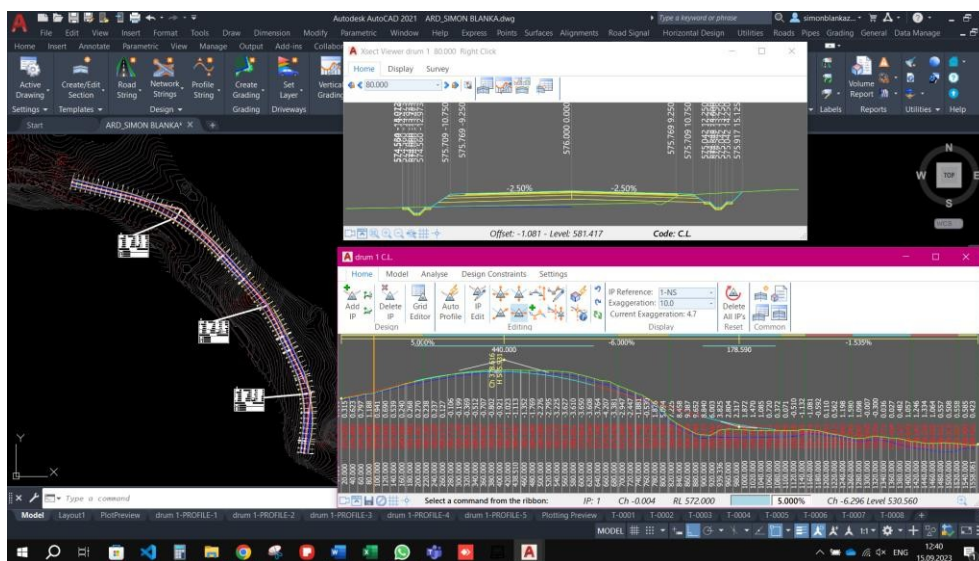


Figura 7

Software-ul are o filă de vizualizare a modelului, care va genera modelul 3D al proiectului folosind toate datele furnizate în etapele anterioare. Mai mult, modelul se regenerează singur dacă se face vreo modificare. Practic, utilizatorului îi este prezentată o a patra vedere.

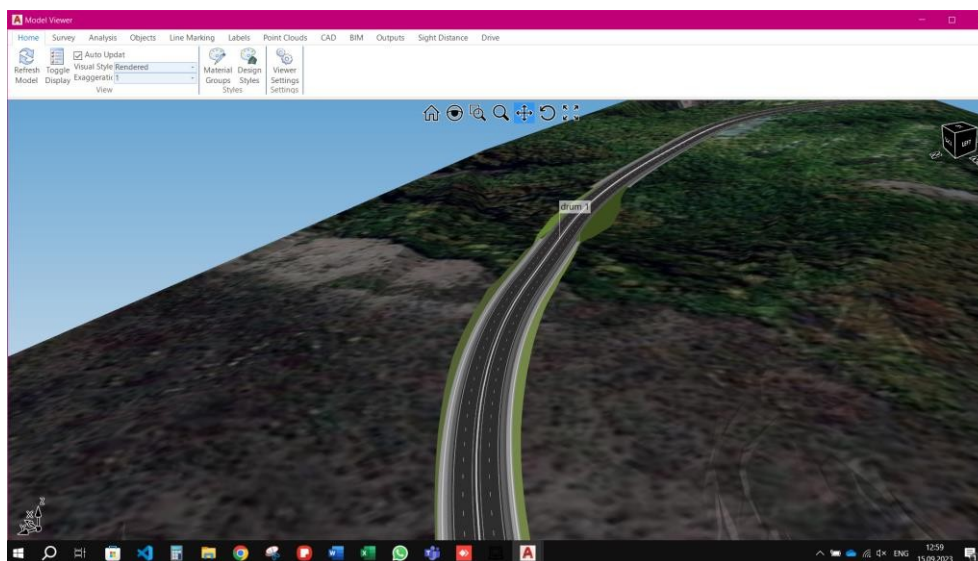


Figura 8

Instrumentul de vizualizare a modelului ne permite să vedem din punctul de vedere al șoferului. Putem face o analiză a distanței de vizibilitate, pe baza căreia putem specifica marcajele de bandă și semnele rutiere.

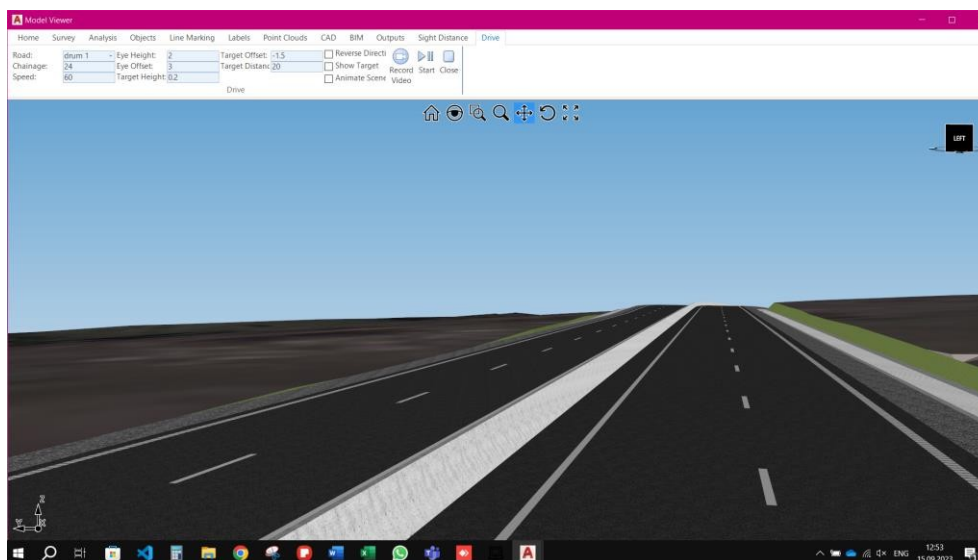


Figura 9

Software-ul permite utilizatorului să importe alte elemente CAD în Model Viewer.

Funcțiile BIM ale software-ului permit utilizatorului să creeze un solid BREP din modelul 3D. Metoda BREP este utilizată pentru a reprezenta forme 3D prin definirea limitelor volumului său. Un solid este reprezentat ca o colecție de elemente de suprafață conectate, care definesc granița dintre punctele interioare și exterioare.

Funcția Export IFC permite utilizatorilor să producă un model de proiectare civilă a amplasamentului într-un format de fișier IFC (.IFC4) pentru interacțiunea cu alte pachete software și integrarea în medii de modelare BIM.

Un Loft este definit în software ca o formă 2D (polilinie închisă) extrudată de-a lungul unui String, făcând referire la un Cod prin offset și elevație. Acest lucru este foarte util pentru reprezentarea unor caracteristici precum gardurile de protecție, barierele jersey și alte caracteristici liniare.

Extrusions oferă posibilitatea de a utiliza o polilinie 2D (închisă sau neînchisă, cu sau fără elevație) pentru a crea extrudări verticale. Acestea sunt utile pentru a crea forme simple de clădiri, garduri, stâlpi și alte caracteristici.

Software-ul creează și stochează o colecție de calcule și cifre. Multe dintre aceste elemente pot fi incluse în rapoarte și în secțiuni lungi. Rapoartele pot fi generate ca fișier text, într-un fișier în format .csv sau plasate în AutoCAD ca un tabel AutoCAD.

## 7 - Analiza diferitelor alternative studiate.

Au fost analizate trei tipuri de structuri rutiere: flexibile, semi-rigide și rigide. Structurile sunt compuse din:

- Structură flexibilă:
  - strat de suprafață de 4 cm din BA16
  - 5 cm curs de legare a BAD20
  - Strat de bază de 8 cm din AB31.5
  - Strat de bază de 20 cm din piatră spartă
  - 35 cm strat de bază din amestec optim de agregate 0-63mm
- Structură semirigidă:
  - strat de suprafață de 4 cm din BA16
  - 5 cm curs de legare a BAD20
  - Strat de bază de 8 cm din AB31.5
  - Agregate de 20 cm stabilizate cu liant hidraulic
  - Strat secundar de 25 cm de amestec optim de agregate 0-63mm
- Structură rigidă:
  - Pavaj de beton de 24 cm din BcR4,5
  - Strat de bază de 20 cm din piatră spartă
  - 35 cm strat de bază din amestec optim de agregate 0-63mm

Rapoartele de volum pot fi generate cu ajutorul software-ului, care ajută la stabilirea structurii optime.

<b>Structură flexibilă</b>	
Material	Volum (m ) <sup>2</sup>
BA16	1156.77
BAD20	1456.65
AB31.5	2355.35
piatră concasată	6937.57
agregat amestec optim 0-63mm	12598.12
piatră concasată margine de drum	747.87
C30/37	685.7
agregat amestec optim 0-63mm drenaj	685.7
piatră concasată margine de drum	747.87

<b>Structură semirigidă</b>	
Material	Volum (m ) <sup>2</sup>
BA16	1156.77
BAD20	1456.65
AB31.5	2355.35
agregate stabilizate cu liant hidraulic	6937.57
agregat amestec optim 0-63mm	8939.26
piatră concasată margine de drum	747.87
C30/37	685.7
agregat amestec optim 0-63mm drenaj	685.7

<b>Structură rigidă</b>	
Material	Volum (m ) <sup>2</sup>
BcR4.5	6917.79
piatră concasată	5764.83
agregat amestec optim 0-63mm	10088.45
piatră concasată margine de drum	747.87
C30/37	685.7
agregat amestec optim 0-63mm drenaj	685.7

Luând în considerare diferența de preț dintre pavajul din beton și cel din asfalt, precum și confortul călătorilor, structura rutieră flexibilă este mai fezabilă.





## 8 - Concluzii și recomandări.

În concluzie, BIM poate schimba domeniul proiectelor de infrastructură rutieră. Adoptarea BIM în acest sector oferă o multitudine de beneficii, de la o proiectare îmbunătățită la operațiuni de construcție raționalizate și o mai bună gestionare a activelor. Prin valorificarea instrumentelor și proceselor digitale avansate, părțile interesate pot utiliza întregul potențial al BIM pentru a optimiza rezultatele proiectelor, a spori colaborarea și a contribui la rețele de transport mai durabile și mai eficiente.

Prin integrarea diferitelor domenii și crearea de modele 3D detaliate, BIM permite părților interesate să vizualizeze proiectele de infrastructură rutieră într-un mediu virtual, facilitând luarea unor decizii mai bune și reducând conflictele. Caracterul colaborativ al BIM favorizează comunicarea și coordonarea eficientă între diferite echipe, ceea ce duce la reducerea erorilor, îmbunătățirea secvenței de construcție și creșterea eficienței proiectului. În plus, capacitatea de a simula și analiza procesele de construcție și întreținere a drumurilor permite părților interesate să optimizeze programele de construcție, să analizeze fluxul de trafic și să îmbunătățească alocarea resurselor. Cu toate acestea, implementarea cu succes a BIM în proiectele de infrastructură rutieră necesită depășirea unor provocări precum nevoia de protocoale standardizate, interoperabilitatea între diferite platforme software și dezvoltarea competențelor în rândul profesioniștilor. Privind în perspectivă, viitorul BIM în infrastructura rutieră oferă oportunități promițătoare pentru inovare.