



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva Opatija, 2021.

# Razine razvijenosti elemenata (LOD) u BIM infrastrukturnim projektima – problematika i prijedlozi

Denis Šimenić, dipl.ing.građ., Rencon d.o.o., Osijek

# Općenito o LOD-u

- Odabir BIM pristupa u projektu pretpostavlja rad temeljen na digitalnim modelima.
- Koncept razina razvijenosti elemenata BIM modela (engl. *Level of Development* – LOD) uveden je zbog potrebe za definiranjem takvih modela na kojima je moguće provoditi pojedine BIM postupke (engl. *BIM Uses*) tijekom različitih projektnih ciklusa.



# Općenito o LOD-u

- Koncept LOD-a obuhvaća nekoliko aspekata, od kojih se najčešće navode:
  - Razina grafičkih detalja (engl. *Level of details*, LOd),
  - Kvantitet, kvalitet i relevantnost negrafičkih podataka pridruženih modelu (engl. *Levels of information*, LOI).
- Najkraće rečeno, razina razvijenosti (LOD) znači ispravno modeliranje nekog BIM elementa za upotrebu na odgovarajućoj projektnoj razini.



# Definiranje LOD specifikacija važno je radi:

- Pomoći projektantima po pitanju zahtjeva naručitelja o načinu modeliranja kao i opsegu elemenata koji trebaju biti uključeni u BIM postupke;
- Poboljšanja u komunikaciji između projektnih timova po pitanju međusobne usklađenosti obzirom na BIM zahtjeve,
- Protokola koji se ugrađuje u ugovorne dokumente i planove provedbe BIM-a



# Značaj LOD specifikacija:

- Jasne i razumljive definicije razina razvijenosti jedan su od vrlo važnih čimbenika uspješne provedbe BIM pristupa na projektima,
- Stoga je potrebno pitanja vezana uz njih razriješiti što ranije, kako bi se izbjegle neusklađenosti i mogući nesporazumi,
- Kako bi se spriječili negativni učinci, razine razvijenosti definiraju se u temeljnim BIM dokumentima (EIR-u i BEP-u); dakle prije nego što se započne modelirati.



# Izazovi BIM pristupa na infrastrukturnim projektima

- Infrastrukturne građevine imaju izrazito izraženu linearnost;
- Udjeli standardnih elemenata su vrlo mali;
- Svaki projekt je gotovo unikatan;
- Redovito je prisutna interakcija s terenom, što ima za posljedicu veliki broj elemenata nepravilnog, ponekad i teško predvidivog oblika.



# Pogled na trenutno stanje...

- Radi navedenih specifičnosti infrastrukturnih građevina, primjena BIM općenito ima određeni vremenski odmak u odnosu na arhitektonsku struku,
- Posljedično, smjernice i primjeri LOD-ova znatno su brojniji za arhitektonsku struku;
- Međutim, posljednjih nekoliko godina pojavljuju se i specifikacije prilagođene infrastrukturnim projektima, izdane od strane vlasnika/upravitelja, projektantskih tvrtki ili kao ciljane (projektne) specifikacije.



# Uobičajene oznake razina razvijenosti

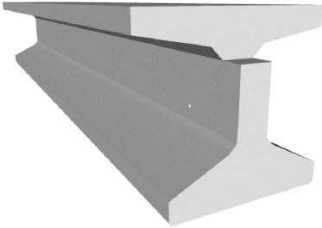
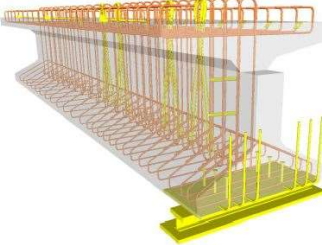
- Razine razvijenosti izražavaju kliznom skalom, najčešće u intervalima od 100 (100, 200, 300, 350, 400)
- Oznake razina razvijenosti i stupanj razrade projektne dokumentacije nisu direktno povezane, ali su u međusobnoj korelaciji
- Općenito, BIM postupci koji se koriste u ranijim fazama projekta zahtijevaju niže razine razvijenosti. U „Smjernicama...” je za svaku razinu naznačena i njezina uobičajena upotreba u pojedinoj fazi projekta





# Postojeći primjeri LOD definicija



300	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specific sizes and locations of main concrete structural members modeled per defined structural grid with correct orientation</li> <li>• Concrete defined per spec (strength, air entrainment, aggregate size, etc.)</li> <li>• All sloping surfaces included in model element with exception of elements affected by manufacturer selection</li> </ul>	 <p>LOD 300 Highway Bridges Precast Structural I Girder (Concrete) , From <a href="http://lkerd.com">lkerd.com</a></p>
350	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinforcing Post-tension profiles and strand locations</li> <li>• Reinforcement called out, modeled if required by the BXP, typically only in congested areas</li> <li>• Chamfer</li> <li>• Pour joints and sequences to help identify reinforcing lap splice locations, scheduling, etc.</li> <li>• Expansion Joints</li> <li>• Lifting devices</li> <li>• Embeds and anchor rods</li> <li>• Post-tension profile and strands modeled if required by the BXP</li> <li>• Penetrations for items such as MEP</li> <li>• Any permanent forming or shoring components</li> </ul>	 <p>LOD 350 Highway Bridges Precast Structural I Girder (Concrete) , From <a href="http://lkerd.com">lkerd.com</a></p>

G2010

21-07 20 10

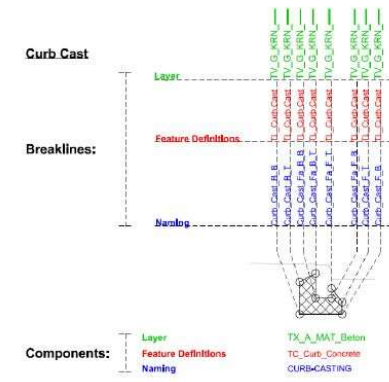
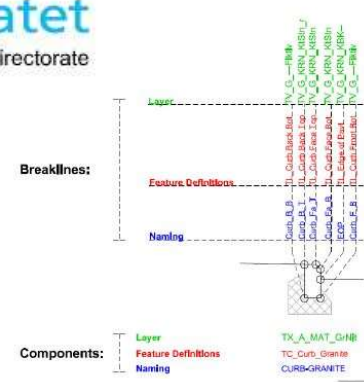
Roadways

Includes: Pavement, curbs and gutters, appurtenances, lighting, and vehicle fare collection for roadways. May Include: Site earthwork.

Associated Masterformat Sections: 01 89 16

[See [Fundamental LOD Definitions](#)]

# Postojeći primjeri LOD definicija







LOG 100	LOG 200	LOG 300	LOG 325	LOG 400
<p>2D model of the corridor. All necessary road elements to be provided as 2D lines.</p>	<p>3D model of the standard layout for the road corridor without greater adjustments.</p>	<p>3D model of the road corridor including signatures, curbs, paving, all layers of substructure and connections to exiting terrain. The corridor must be designed with superelevation and detailed design for ditches. Intersecting roads must be modelled in the same detail as the designed road. At Intersections it must be cut, so that the designed road and the intersecting road fits together in terms of both lines and surfaces.</p>	<p>3D model of the road corridor including slope signatures, curbs, paving, all layers of substructure and connections to exiting terrain, interfacing structures and transitions in leveling. The corridor must be designed with superelevation and detailed design for ditches. Intersecting roads must be modelled in the same detail as the designed road. At Intersections it must be cut, so that the designed road and the intersecting road fits together in terms of both lines and surfaces.</p>	Not relevant
LOI 100	LOI 200	LOI 300	LOI 325	LOI 400
DDA Layers Geometrical parameters.	DDA Layers Geometrical parameters.	Pending	Pending	Pending



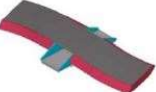
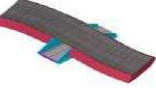



# Postojeći primjeri LOD definicija

## Terrain

LOD 100		Existing terrain is displayed as a 2D surface with a reference point (elevation) which is average for the area.
LOD 200		Existing terrain is displayed as a 3D surface, based on manual points measured by a total station or a rover. Points are measured in height/depth and for each 10/20 meters.
LOD 300		Existing or a laser
LOD 350		Existing or a laser with data
LOD 400		As LOD 300

## Road and railway

LOD 100		Centreline of the structure (2D).
LOD 200		2D surface specifying the structure.
LOD 300		Top surface (3D) with connection to terrain.
LOD 350		Top and datum surfaces sloping down to terrain.
LOD 400		Kerb stones, road and railway structure with layouts and ditches sloping down to terrain.

# Postojeći primjeri LOD definicija



Finnish Inframodel application documentation for LandXML v1.2

Version 4 : 2020

schema version 4.0.4  
version 4.0.4 changes

	mandatory in LandXML (and in Inframodel)	example values	
	<b>name</b>	unique name	e.g. [Pipe1]
	<b>refEnd</b>	end reference	e.g. [Well2]
	<b>refStart</b>	start reference	e.g. [Well1]
optional in Inframodel	<b>length</b>	exact length of a pipe in file distance units	
	<b>oID</b>	object ID number	unique identifier in file, e.g. [150]
mandatory in Inframodel	<b>slope</b>	slope	unit %
	<b>state</b>	state	[abandoned] [destroyed] [existing] [proposed]
			mandatory unit type
			enumerated values

## 2132.1 Stabilised base courses

### Handover geometry

ProD, PreD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Not to be modelled</li> </ul>	N
RoD, RaD, StD, PaD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelled as the top surface of the structure</li> </ul>	P
FiD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelled as the top surface of the structure</li> <li>In addition to the surface, the handover material includes the break lines that form the surface</li> </ul>	M
ABM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelled as a surface</li> </ul>	M

### Properties

- Material properties
- Target bearing capacity
- Stabilisation method (BST, SST, KOST, MHST)
- Binder used
- Binder intensity and amount
- Property information that cannot be exchanged with the IM4 format but that is normal design-related information presented in other design documents.

### Data exchange (see 4. Handover phase and data exchange)

- Geometry
- Material
- Mandatory part of the handover material according to the IM4 specifications.

### Additional information

- Requirements for the building element in the Inframodel specifications:  
<https://buildingsmart.fi/infra/inframodel/index.html> Section: 4.5 Surface and structural model

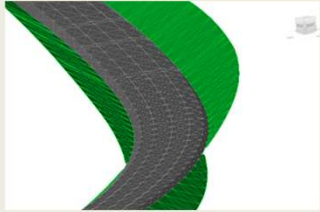
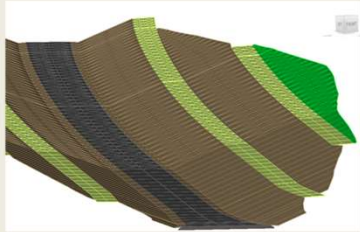
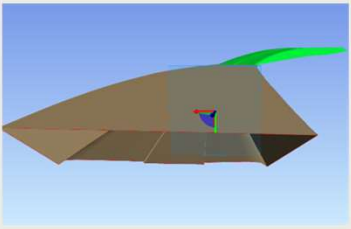


# LOD definicije u „Smjernicama za BIM pristup u infrastrukturnim projektima”

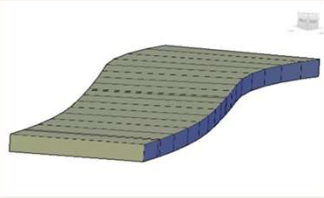
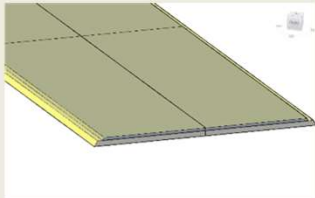
- Dane su tablično, za najčešće tipove elemenata građevina u infrastrukturnim projektima
- U pravom smislu riječi predstavljaju SMJERNICU, ne standard.
- Očekujemo da će pružiti znatnu pomoć u primjeni na izradi BIM modela, obzirom na nedostatak slične stručne literature.
- BIM kao pristup, a svakako i LOD definicije općenito su podložne dinamičkim promjenama i daljnjem usavršavanju, pa tako i prijedlozi dani u „Smjernicama”.



# LOD definicije u „Smjernicama za BIM pristup u infrastrukturnim projektima” **Primjer: prometnice**

Kategorija:	Prometnice			
Grupa:	Zemljani radovi			
Element:	Usjeci/Nasipi			
LOD:	Način modeliranja:	Izlazna geometrija:	Atributni podaci:	Skica:
LOD 100	Ne modelira se	-	-	
LOD 200	Primjenjuju se nagibi pokosa usjeka i nasipa na temelju dostupnih podataka iz ranijih faza projektne dokumentacije (npr. idejni geomehanički elaborat). Berme na visokim nasipima i dubokim usjecima u pravilu se ne modeliraju se ukoliko to nije zasebno navedeno u EIR-u.	U modelu su vidljivi pokosi nasipa/usjeka, tj. trupa ceste. Na temelju modela mora biti moguće odrediti okvirne količine radova za nasipe, odnosno usjeke.	Primjenjeni pokosi nasipa/usjeka na pojedinoj dionici;	
LOD 300	Primjenjuju se nagibi pokosa usjeka i nasipa definirani u projektu (npr. temeljem geomehaničkog projekta). Modeliraju se berme u viskim nasipima/dubokim usjecima.	3D završne plohe usjeka i nasipa. LandXml datoteka koja sadrži završne plohe pokosa.	Vrsta i obim podataka u skladu sa stavkama troškovnika za radove na usjecima i nasipima. Nasipi: projektirani pokosi, vrsta materijala, porijeklo (iz iskopa ili dovoza) i sl. Usjeci: projektirani pokosi, kategorija materijala, način iskopa i sl.	
LOD 400	kao LOD 300	3D solidi (tijela) usjeka i nasipa. LandXml datoteka koja sadrži završne plohe pokosa.	kao LOD 300	
LOD 500		LandXml datoteka koja sadrži završne plohe izvedenih pokosa usjeka/nasipa.	Podaci o stvarno izvedenim radovima.	

# LOD definicije u „Smjernicama za BIM pristup u infrastrukturnim projektima” **Primjer: prometnice**

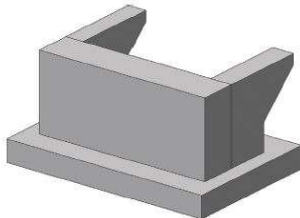
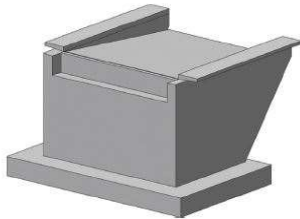
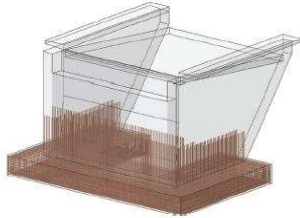
Kategorija:	Prometnice			
Grupa:	Kolnička konstrukcija			
Element:	Vezani slojevi kolničke konstrukcije (asfaltni slojevi, slojevi od cementom stabiiziranog šljunka, reciklažni slojevi i sl.)			
LOD:	Način modeliranja:	Izlazna geometrija:	Atributni podaci:	Skica:
LOD 100	Ne modelira se	-	-	
LOD 200	Pretpostavljena ukupna debljina kolničke konstrukcije (od habajućeg sloja do posteljice). Rubovi slojeva mogu ostaju vertikalni (bez zastornih prizmi).	Ukupna površina predviđene kolničke konstrukcije. Za potrebe procjene troškova površina se množi sa debljinama pretpostavljenih slojeva u kolničkoj konstrukciji.	Struktura predviđene kolničke konstrukcije	
LOD 300	Modelira se svaki sloj zasebno, zajedno sa pripadajućim zastornim prizmama.	3D solidi svakog sloja zasebno. LandXml datoteka koja sadrži završne plohe slojeva (surfaces).	Podaci o svakom sloju zasebno. Vrsta i obim podataka u vezi su sa stavkom troškovnika za predmetni rad (klasifikacija sloja, oznaka prometnog opterećenja, projektirana debljina).	
LOD 400	kao LOD 300	kao LOD 300	kao LOD 300	
LOD 500		LandXml datoteka koja sadrži završne ravine slojeva prema podacima dobivenim iz geodetskog snimka izvedenog sloja	Podaci o stvarno ugrađenim slojevima	

# LOD definicije u „Smjernicama za BIM pristup u infrastrukturnim projektima” **Primjer: prometnice**

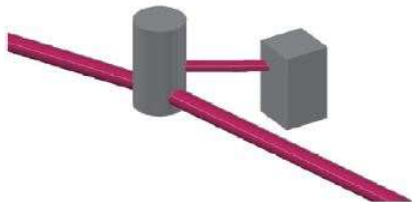

Kategorija:	Prometnice				
Grupa:	Trasa				
Elementi:	Koridor prometnice				
LOD:	Način modeliranja:	Izlazna geometrija:	Atributni podaci:	Skica:	
LOD 100	Os prometnice i pripadajuća niveleta	CAD datoteka sa 2D osi prometnice i udružnim profilom	Oznake horizontalne i vertikalne geometrije		
LOD 200	Koridor sastavljen od komponenti na temelju normalnih poprečnih presjeka. Pojedini elementi poprečnog presjeka modeliraju se prema priloženim opisima u ovim smjericama.	CAD datoteka sa 2D koridorom prometnice. 3D prikazi projektiranog koridora fbx datoteka koji sadrži projektirani koridor	Primjenjeni elementi normalnih poprečnih presjeka, odabrane računske brzine po dionicama		
LOD 300	Koridor sastavljen od točno modeliranih komponenti. Elementi poprečnog presjeka modeliraju se prema priloženim opisima u ovim smjericama za predmetnu razinu.	CAD datoteka sa 2D prikazom koridora prometnice. Ukupna završna 3D ploha koridora (surface) 3D tijela (solidi) svih elemenata koje je potrebno modelirati za ovu razinu u skladu sa priloženim opisima LandXml datoteka završne plohe koridora	Primjenjeni elementi normalnih poprečnih presjeka, odabrane računske brzine po dionicama. Svi elementi koridora imaju pridružene atributne podatke u skladu sa priloženim opisima za predmetnu razinu.		
LOD 400	Koridor sastavljen od točno modeliranih komponenti. Elementi poprečnog presjeka modeliraju se prema priloženim opisima u ovim smjericama za predmetnu razinu.	CAD datoteka sa 2D prikazom koridora prometnice. Ukupna završna 3D ploha koridora 3D ploha posteljice. 3D tijela (solidi) svih elemenata koje je potrebno modelirati za ovu razinu u skladu sa priloženim opisima. Digitalni zapis detaljnog iskolčenja koridora prometnice. LandXml datoteka završne plohe koridora i ravnine posteljice.	kao LOD 300		
LOD 500	kao LOD 400	3D završna ploha koridora na temelju snimka izvedenog stanja. 3D završna ploha posteljice na temelju snimka izvedenog stanja. LandXml datoteka koja sadrži završnu plohu koridora i plohu posteljice.	Podaci o stvarno izvedenim radovima.		



# LOD definicije u „Smjernicama za BIM pristup u infrastrukturnim projektima” Primjer: mostovi

Kategorija:	Mostovi			
Grupa:	Donji ustroj			
Element:	Upornjak			
LOD:	Način modeliranja:	Izlazna geometrija:	Atributni podaci:	Skica:
LOD 100	Ne modelira se	-	-	
LOD 200	Modelira se kao element približnih dimenzija i treba sadržavati minimalno temelj, stup i krila upornjaka.	3D solid približnih dimenzija poprečnog presjeka i približne duljine	Materijal	
LOD 300	Modelira se kao element točnih dimenzija poprečnog presjeka i duljine s definiranim poprečnim i uzdužnim nagibima. Treba sadržavati sve ostale elemente projektiranog uporanjaka (prijelazna ploča, podnožni zidčić)	3D solid preciznih dimenzija koje se mogu izmjeriti iz modela. Uključuje sve promjene poprečnog i uzdužnog presjeka na elementima uporanjaka. Ne mora uključivati prodore za instalacije.	Materijal definiran sa svim bitnim svojstvima (npr. Klasa betona)	
LOD 350	Element se modelira sa svim pripadajućim zaobljenima, istacima i utorima. Modeliraju se razdjelne reške. Modeliraju se podložni betoni, armatura te prodori za instalacije.	3D solid elemenata armature s precizno definiranim poprečnim presjekom, oblikom i duljinom. Također uključuje prodore za instalacije.	Vrsta materijala i faznost izvedbe	
LOD 400	Modelira se privremena konstrukcija za tehnologiju izvođenja.	3D solid se definira sa svim pripadajućim elementima za spojeve (vijci, pločice)	-	
LOD 500			Podaci o stvarno ugrađenim elementima	

# LOD definicije u „Smjernicama za BIM pristup u infrastrukturnim projektima” Primjer: odvodnja

Kategorija: Hidrotehnički objekti				
Grupa: Odvodnja				
Element: Slivnici				
LOD:	Način modeliranja:	Izlazna geometrija:	Atributni podaci:	Skica:
<b>LOD 100</b>	Ne modelira se			
<b>LOD 200</b>	Slivnici se modeliraju u 3D kao solidi približnih dimenzija (tlocrtne dimenzije i visina). Modelira se samo vanjski plašt.	Koriste se 3D solidi s aproksimativnim dimenzijama. Elementi moraju biti grupirani (layer ili slično).	Tip sustava (opis sustava) (oborinski, otpadni...) - Kategorija okna (opis vrste okna koji može po potrebi sadržavati više informacija) - Ime slivnika - Visina slivnika	
<b>LOD 300</b>	Slivnici se modeliraju u 3D s točnim dimenzijama. Slivnik se modelira skupa sa priključkom na glavnu cijev ili okno. Precizno se definiraju svi dijelovi okna (uključivo i taložni dio okna). Modelira se samo vanjski plašt okna (bez unutarnjih dijelova).	Slivnici se modeliraju kao 3D solidi točnih dimenzija. Slivnici moraju biti modelirani kao jedan jedinstveni solid (pojedini dijelovi okna moraju biti grupirani). Elementi moraju biti grupirani (layer ili slično).	Tip sustava (opis sustava) - Kategorija okna (opis vrste okna. Može po potrebi sadržavati više informacija) - Ime slivnika - Materijal - Tip izvedbe - Tip rešetke - Nosivost rešetke - Dimenzije (širina, dužina, visina – vanjska i unutarnja)	
<b>LOD 350</b>	Isto kao LOD 300	Isto kao LOD 300	Isto kao LOD 300	
<b>LOD 400</b>	Isto kao LOD 350	Isto kao LOD 350	Isto kao LOD 350	