### PARAMETRICKÉ NAVRHOVÁNÍ MOSTŮ ZALOŽENÉ NA OPENBIM A KORDINACI V PROSTŘEDÍ CDE (COMMON DATA ENVIRONMENT)

ING. MICHAL MARVAN

ING. PAVEL VLASÁK

## Parametrické projektování

- Založené na změnách parametrů
- Rychlé provádění změn
- Jednouché používání
- Intuitivní proces
- Opakovatelnost
- Efektivita a konzistence







### Workflow

– Programy: Rhino, Grasshopper, Tekla Structures



## Rhino

- <u>3D grafický</u> a <u>CAD software</u> pro modelování prostorových objektů založený na matematicky precizním modelu <u>NURBS</u>
- Umožňuje vytvářet libovolné modely díky mnoha nástrojům (pokročilá práce s křivkami, deformace těles,booleovské operace s tělesy atd.)
- Široké spektrum využití ( design, 3D tisk, šperky, automobily atd.)
- Tvorba mostních konstrukcí
- Grasshopper





### Grasshopper

- Grafické programování
- Otevřené API 🗆 komponenty pomocí C#/python
- Vlastní knihovna komponentů
- Opakovatelnost konstrukcí nebo potřebných \_\_\_\_ úkonů – parametrický návrh



# Vlastní vývoj

- Důležitá součást procesu
- Můžeme ovlivňovat vše podle sebe nemusíme být odkázaní na třetí stranu
- Grafické programování základní vlastnost
  Grasshopper, jednoduché na pochopení
  (geometrické nebo matematické modelování)
- Spojení grafického (Grasshopper) a textového programování (python/C#)

### Grafické programování

xmL 🚬



### Textové programování

# Vytvoření křivky (polyline) z vrcholů základu pomocí funkce GetCurveVertices krivka = acd.GetCurveFromVertices(Zaklad, [0,1,2])

# Vytvoření křivky ze dvou vrcholů základu a zarovnání výšky do prvního vrcholu # pomocí hunkce @etCurveFrom2Vertices krivka = acd.CurveFrom2Vertices(Zaklad, 0,2) #Alt: krivka = acd.CurveFrom2Vertices(Zaklad, 0,2, True) #Alt zarovnání výšky do druhého vrcholu krivka = acd.CurveFrom2Vertices(Zaklad, 0,2, True)

# Vytvoření bodu bod1 = rg.Point3d(0,0,0) bod2 = rg.Point3d(10,10,10)

# Vytvoření křivky ze dvou bodů základu a zarovnání výšky do prvního bodu # pomocí funkce CurveFrom2Points krivka = acd.CurveFrom2Points(bod1,bod2) #Alt. krivka = acd.CurveFrom2Points(bod1,bod2, True)

Grafické programování

### + textové programování



### Tekla Structures

- Software pro 3D modelování konstrukcí
- Detaily ocelových detaily
- Betonové prvky vyztužení
- Vytváření IFC souborů



### Vyztužený základ v programu Tekla Structures



# Import vstupů

- DTM stávajícího terénu, povrchů navazujících konstrukcí a nivelety pomocí formátu .XML a .IFC
- Možnost importu entit z .DWG a jiných CAD formátů
- Získání nativních entit používaného programu

### Skrip v Grasshopper



Výsledek v Rhino – křivka křivosti





# Vytváření 3D modelů

- Předpřipravené komponenty jednotlivých částí konstrukce
- Rozmístění prvků základů, pilířů, nosné konstrukce na 3D osu a na osy uložení
- Konstrukce reaguje na jednotlivé změny vstupů (parametrů)



# Vytváření 3D modelů

- Jeden komponent = jedna konstrukce
- Modulární systém
- Jednoduché nahrazování komponentů

### Ukázka částí konstrukce







# Vytváření výkresů

- Výkresy jsou vytvářeny přímo z 3D modelu
- Výkresy jsou umístěny ve 3D prostoru
- Manuální práce
- Snaha o automatizaci

### Příčný řez na konstrukci



### Konstrukce příčného řezu



#### Speckle 🔗 BIM Elements 📔 📴 Help & Resources

#### 

#### 

Standard CPlanes Set View Display Select Viewport Layout Visibility Transform Curve Tools Surface Tools Solid Tools SubD Tools Mesh Tools Render Tools Drafting New in V7



0 ? 8 💵

# Vyztužování

- Použití funkcionalit TEKLA STRUCTURES
- Knihovna: Grasshopper-Tekla Live Link
- Zachování parametričnosti modelu
- Předpřipravené prvky konstrukce s výztuží
- Změna vlastností výztuže pomocí tabulkového zadání v MS Excel (např. pro krytí, profil atd.)

### Vyztužené pilíře v .ifc souboru

### Vyztužené pilíře na stavbě



### OpenBIM

- BIM Building Information Management
- Použití 3D prvků, které nesou negrafické informace
- Podporuje transparentní, otevřený postup, který umožňuje členům projektu účastnit se bez ohledu na softwarové nástroje, které používají.
- Jednotný výstup
- Koordinace bez nutnosti vlastnit nativní programy











2020

Tekla Structures 2020





Rhino 7

# Ukázka modelu v CDE

- CDE Trimble Connect
- Jednoduché prohlížení i v telefonu nebo tabletu



# Znalosti projektantů

### Znalosti projektových manažerů a HIPů

- Vytvořit 3D model z těles ve svém profesním SW.
- Doplnit tento model o negrafické informace dle požadavků Zadavatele, resp. jím požadovaným standardu.
- Uložit tento model do formátu IFC 4.x.
- Sdílet tento model v CDE

- Důsledné používání CDE na projektech jako nástroje projektového řízení a sdílení dat
- Všechny podklady a výstupy se distribuují pomocí CDE
- Organizace pravidelných schůzek v rámci jednotlivých BIM projektů nad sdruženým modelem v CDE

# Výhody BIM

- Názornost
- Lepší spolupráce a koordinace
- Efektivní plánování a řízení projektu
- Snížení nákladů a zlepšená efektivita (primárně na stavbě ne v projekci)
- Větší kvalita projektů
- Jednodušší dokumentace a správa dat



# Nevýhody BIM

- Chybí podpora projektantů, která by zastřešovala a prosazovala odborný názor na jednotlivé části projektu, které se týkají zavedením BIMu jako jsou:
  - Standardy a směrnice
  - Jasné stanovení odpovědností
  - Nové technologie v oblasti správy staveb
  - Změny pracovních postupů
  - Podpora a poradenství
- Vyjadřování se k těmto problematickým oblastem a jejich řešení je klíčové pro úspěšné zavedení BIMu na projektech.
- Tím, že se ČKAIT aktivně zapojí do podpory zavádění BIMu a poskytne potřebné zdroje, vzdělání a podporu, může pomoci rozšířit přijetí této technologie v českém stavebnictví a hájit oprávněné zájmy projektantů, jako profese, které je v rámci BIM nedoceněným otloukánkem.





### Děkuji za pozornost

### About authors

### Ing. Michal Marvan

AFRY CZ s.r.o.

E-mail: michal.marvan@afry.com

LinkedIn: URL\_link\_Michal\_Marvan



- Bridge engineer in AFRY CZ 4 years of experience
- 3D/BIM developer 3 years of experience
- Master degree: CTU in Prague End 02/2021
- BIM and parametric design enthusiast
- Modern technology enthusiast



### Ing. Pavel Vlasák

AFRY CZ s.r.o.

E-mail: pavel.vlasak@afry.com

LinkedIn: URL\_link\_Pavel\_Vlasak



- Head of BIM in AFRY CZ responsible for creating strategy and implementation in BIM / VDC
- Master degree from Faculty of Civil Engineering of CTU in Prague
- Active member of ČKAIT (Czech Chamber of Chartered Engineers and Technicians Engaged in Construction Authorization), czBIM (Czech BIM Council) and external reviewer of ČAS (Czech Standardization Agency).
- Supports and promotes OPENBIM-based philosophy and workflows and open standards and formats such as IFC, cloud-based CDE (Common Data Environment) and Mixed Reality (HoloLens) in the field of design and construction.
- Concrete monolithic and prefabricated structures rank among his other professional interests

# Making Future

