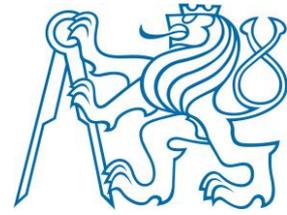


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB



## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

*Použití vizuálního programování v návrhu modulární nemocnice.*

*The Application of Visual Programming in a Modular Hospital Layout.*

*Bc. Pavel Šimák*

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Vladimír Žďára, CSc.

Studijní program: Magisterský, navazující na bakalářský  
Studijní obor: Budovy a prostředí

Praha 2016



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Šimák Jméno: Pavel Osobní číslo: 396269

Zadávací katedra: 124 - Konstrukce pozemních staveb

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Použití vizuálního programování v návrhu modulární nemocnice.

Název diplomové práce anglicky: The Application of Visual Programming in a Modular Hospital Layout

Pokyny pro vypracování:

Použití technologie vizuálního programování (programy Dynamo, Revit) v návrhu modulární mobilní nemocnice, řízení informačního modelu budovy z externího programu.

Seznam doporučené literatury:

DEUTSCH Randy, Data-Driven Design and Construction: 25 Strategies for Capturing, Analyzing and Applying Building Data, Feb 2016

PHIRI Michael, BIM in Healthcare Infrastructure, Aug 2016

SMITH K. Dana a TARDIF Michael, Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers, May 2009

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Vladimír Žďára, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 13.10.2016

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta(ky)

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

V Praze 22. prosince 2016

.....  
Bc. Pavel Šimák

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu, docentu Vladimíru Žďárovi za cenné rady a vstřícnost při vypracování této diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval své rodině za velikou podporu a Lukáši Cimalovi za konzultace týkající se vizuálního programování.

## **ABSTRAKT**

Autor se zabývá propojením dat mezi BIM softwarem a tabulkovým procesorem pomocí vizuálního programování. Tento princip je aplikován pro automatizovaný návrh modulární polní nemocnice různých velikostí a pro automatické vytvoření informačního modelu budovy.

Klíčová slova:

BIM software, vizuální programování, tabulkový procesor, modulární mobilní nemocnice, informační model budovy

## **ABSTRAKT**

The author deals with the interconnection between BIM software and spreadsheet processor by means of the visual programming. This principle is applied for the computerized design of a modular field hospital (of a different size) and also for the automatic formation of information building model.

Keywords:

BIM software, visual programming, spreadsheet processor, modular field hospital, building information model

# OBSAH

ÚVOD.....	12
CÍL PRÁCE .....	13
<b>1 Bim a vizuální programování ve stavebnictví .....</b>	<b>16</b>
1.1 Úvod do technologie Informačního modelování budov .....	16
1.1.1 BIM v České republice .....	19
1.1.2 BIM ve světě .....	20
1.1.3 Softwarové nástroje .....	21
1.2 Vizuální programování ve stavebnictví .....	23
1.2.1 Nástroj vizuálního programování pro stavebnictví, Dynamo .....	25
1.2.2 Uživatelské prostředí Dynama .....	26
1.2.3 Nod – anatomie základního článku vizuálního programování.....	28
1.2.4 Ukázka tvorby skriptu .....	29
<b>2 Rozbor tematických částí automatizovaného návrhu modulární polní nemocnice .....</b>	<b>30</b>
2.1 Část „Projekt“	
Koncept návrhu modulární polní nemocnice .....	31
2.1.1 Automatizovaný návrh .....	31
2.1.2 Koncept nemocnice.....	33
2.1.3 Schéma tvorby hmoty nemocnice v závislosti na počtu .....	
nemocničních lůžek.....	35
2.1.4 Skladebný modul.....	36
2.1.5 Modul nemocničního celku.....	38
2.2 Část „Tabulkový procesor“	
Tvorba logiky sestavení nemocnice a polohopisu skladebných modulů...	
.....	40
2.2.1 Uživatelské prostředí .....	41
2.2.2 Zpracování logiky sestavení nemocnice a výpisu polohopisu .....	
skladebných modulů .....	44
2.3 Část „Dynamo“	
Propojení dat a sestavení informačního modelu budovy.....	50
2.3.1 Princip sestavení informačního modelu budovy.....	51
2.3.2 Popis základní větve Dynamo skriptu .....	53
<b>3 Prezentace automatizovaného předběžného návrhu modulární nemocnice a vytvoření informačního modelu.....</b>	<b>59</b>
ZÁVĚR.....	65
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	66

<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>67</b>
Příloha 1: Popis hlavního makra .....	68
Příloha 2: Dynamo skript.....	77

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1: Ilustrační zobrazení vizuálního programování v architektuře a stavebnictví. [1]
- Obr. 2: Schéma částí diplomové práce. [vlastní zdroj]
- Obr. 3: Schéma propojení jednotlivých systémů a znázornění toku dat. [vlastní zdroj]
- Obr. 4: Ilustrační vizualizace off-grid nemocnice malé kapacity. Nemocnice je sestavena z modulů obsahující jednotlivé funkční celky provozu. Použití uvedeného návrhu je uvažováno v pouštní oblasti severní Austrálie. [vlastní zdroj]
- Obr. 5: BIM schéma životního cyklu budovy [4]
- Obr. 6: BIM schéma [5]
- Obr. 7: Informační model komplexu Comcity. Velikost obchodní a kancelářské plochy je 430 000 m<sup>2</sup>. [cadconsulting.cz]
- Obr. 8: Prostředí pro vizuální programování Dynamo doplňující BIM systém Autodesk Revit. Ukázka propojení nodů při vizuálním programování. [1]
- Obr. 9: Prostředí pro vizuální programování Grasshopper určený pro Rhino, nově propojeno i se softwarem Archicad. Ukázka propojení nodů. [6]
- Obr. 10: Ukázka trasování modelu v softwaru Dynamo. [1]
- Obr. 11: Uživatelské prostředí Dynama. [3]
- Obr. 12: Uživatelské prostředí Dynama. [3]
- Obr. 13: Popis rozvržení nodu [3]
- Obr. 14: Ukázka základního skriptu [3]
- Obr. 15: Schéma částí diplomové práce. [vlastní zdroj]
- Obr. 16: Schéma popisované částí diplomové práce. [vlastní zdroj]
- Obr. 17: Ilustrace objektu sestaveného ze skladebných modulů. Jedná se o nejmenší variantu polní nemocnice o kapacitě osmi nemocničních lůžek, operačního sálu a ošetrovny. [vlastní zdroj]
- Obr. 18: Prostorový detail možné skladby konstrukce určené pro podnebí australské pouště. [vlastní zdroj]
- Obr. 19: Půdorysné schéma nemocnice o kapacitě cca 400 nemocničních lůžek. Ve schématu je znázorněn „skladebný modul“ a „modul nemocničního celku“. Modul nemocničního celku má kapacitu 75 lůžek. [vlastní zdroj]
- Obr. 20: Znázornění výkonné části nemocnice. [vlastní zdroj]
- Obr. 21: Znázornění pěších a automobilových komunikací. [vlastní zdroj]
- Obr. 22: Půdorysné schéma nemocnice zobrazující hmotu nemocnice pro různé případy počtu nemocničních lůžek. [vlastní zdroj]
- Obr. 23: Schéma znázorňující skladebný modul v kontextu nemocnice. [vlastní zdroj]

- Obr. 24: BIM modely skladebných modulů. [vlastní zdroj]
- Obr. 25: BIM modely skladebných modulů. [vlastní zdroj]
- Obr. 26: Schéma znázorňující modul nemocničního celku. [vlastní zdroj]
- Obr. 27: Grafický rozbor modulu nemocničního celku. [vlastní zdroj]
- Obr. 28: Schéma popisované části diplomové práce. [vlastní zdroj]
- Obr. 29: Prostředí „Zadávacího listu“. List slouží pro definování požadavků pro návrh modulární nemocnice. [vlastní zdroj]
- Obr. 30: Popis prostředí „Zadávacího listu“. [vlastní zdroj]
- Obr. 31: Popis prostředí „Zadávacího listu“. [vlastní zdroj]
- Obr. 32: List „Informace o modulech“. [vlastní zdroj]
- Obr. 33: Schéma řazení modulů. [vlastní zdroj]
- Obr. 34: Popis tabulky zpracovávající vyhodnocení počtu umístění nebo neumístění konkrétních modulů do návrhu nemocnice.
- Obr. 35: Schéma průběhu programu. Fialové pořadové číslice značí postup čtení tabulek a skládání částí nemocnice. [vlastní zdroj]
- Obr. 36: Výpis souřadnic pro umístění informačních modelů modulů nemocnice. Zpracování těchto dat probíhá v prostředí Dynamo. [vlastní zdroj]
- Obr. 37: Schéma popisované částí diplomové práce. [vlastní zdroj]
- Obr. 38: Schéma automatizovaného sestavení informačního modelu.  
Datový podklad MS Excel → Dynamo skript → Informační model v Revitu. [vlastní zdroj]
- Obr. 39: Modely skladebných modulů přidanych do skupin. [vlastní zdroj]
- Obr. 40: Souřadnice modulů v MS Excel. [vlastní zdroj]
- Obr. 41: Vyznačení souřadného systému Projektu Revitu. [vlastní zdroj]
- Obr. 42: Vyznačení vkládacího bodu skupiny modelu. [vlastní zdroj]
- Obr. 43: Ukázka umístění skupiny modelu do počátku souřadného systému. [vlastní zdroj]
- Obr. 44: Dynamo skript. Vyznačení základní větve skriptu. [vlastní zdroj]
- Obr. 45: Výřez A ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]
- Obr. 46: Výřez B1 ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]
- Obr. 47: Výřez C1 ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]
- Obr. 48: Výřez B2 ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]
- Obr. 49: Výřez C2 ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]
- Obr. 50: Výřez D1 ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]
- Obr. 51: Výřez E ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]
- Obr. 52: Schéma popisované částí diplomové práce. [vlastní zdroj]
- Obr. 53: Soubory potřebné pro automatizovaný návrh a vytvoření BIM modelu. [vlastní zdroj]
- Obr. 54: Uživatelské prostředí. Určení kapacity navrhovaného objektu. [vlastní zdroj]

Obr. 55: Uživatelské prostředí. Určení kapacity navrhovaného objektu s dodatečným navýšením počtu skladebných modulů.  
[vlastní zdroj]

Obr. 56: Spuštění automatizovaného návrhu v prostředí Revit 2017.1.  
[vlastní zdroj]

Obr. 57: Spuštění automatizovaného návrhu v prostředí Revit 2016 a starší.  
[vlastní zdroj]

Obr. 58: Automatizované sestavení návrhu a BIM modelu objektu.  
[vlastní zdroj]

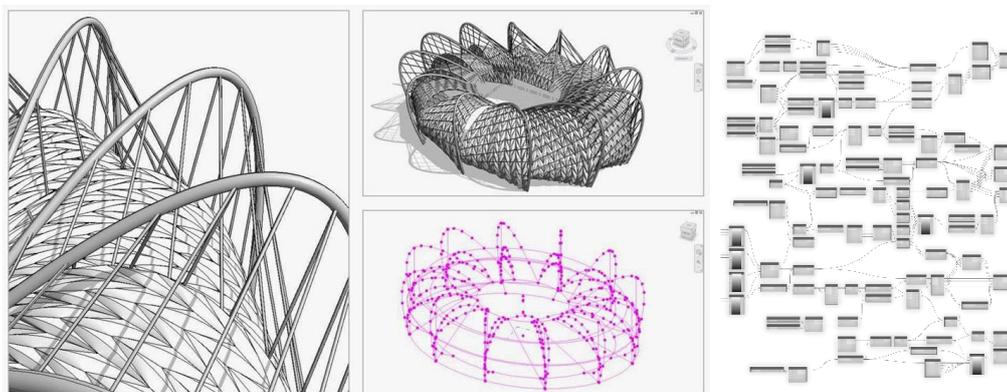
Obr. 59: 3D náhled na BIM model. [vlastní zdroj]

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer aided design
NIBS	National Institute of Building Sciences
COBie	Construction Operations Building Information Exchange
LOD	Level of Development
2D	2 – dimension: x, y
3D	3 – dimension: x, y, z
IFC	Industry Foundation Classes
GIS	Geographic information system
NBL	Národní BIM knihovna, Velká Británie
MS	Microsoft
OSN	Organizace spojených národů

## ÚVOD

Informační modelování budov (BIM) je ve stavebnictví celosvětově skloňovaný pojem. BIM má potenciál využití v celém životním cyklu budovy. Vizualní programování pro informační modelování budov je technologickou novinkou. Architektům a stavebním inženýrům umožňuje vytvářet vlastní nástroje, kterými jsou schopni inovativně řešit práci s daty v BIM modelu nebo vytvářet nástroje pro plně parametrické modelování složitých konstrukcí a tvarů. Vizualně programovat mohou stavitelé bez znalosti programovacího jazyka. Při programování se spojují logické uzly, které vytvářejí algoritmus. Tato technologie je tématem západních univerzit a také praxe, u které je potřeba vytvářet složitou architekturu nebo pokročile spravovat informační model budovy.



Obr. 1: Ilustrační zobrazení vizuálního programování v architektuře a stavebnictví. [1]

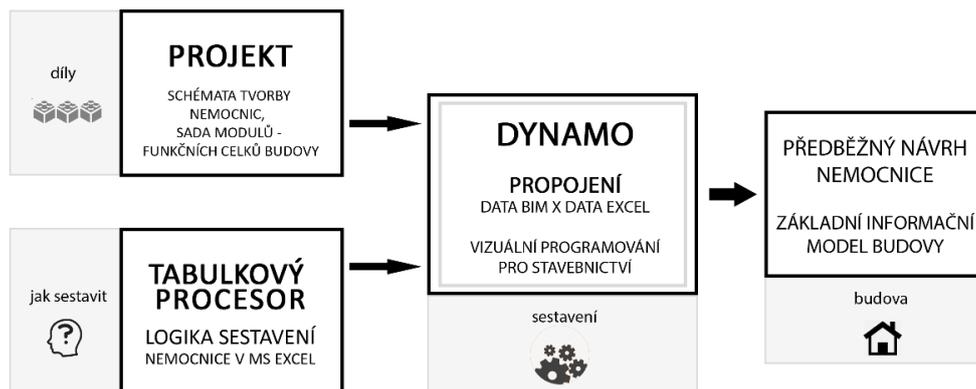
## CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce je použití inovativního přístupu k vytvoření automatizovaného návrhu modulární polní nemocnice a informačního modelu budovy.

Práce je rozdělena na tři části. „Projekt“, „Tabulkový procesor“ a „Dynamo“. Hlavní částí této práce je část „Dynamo“. Části „Projekt“ a „Tabulkový procesor“ jsou v této práci podružnější a není v nich cílem, vzhledem k rozsahu této práce, vytvoření dokonalých dispozičních návazností a forem budov.

Části práce:

- **Projekt**  
Část „Projekt“ obsahuje architektonické schéma nemocnic různých kapacit a návrh základní sady modulů, z kterých se nemocnice skládá. Každý modul tvoří samostatný funkční celek daného nemocničního provozu. Pro každý modul jsou zpracovány kapacitní varianty. Moduly jsou zpracovány v BIM.
- **Tabulkový procesor**  
V části „Tabulkový procesor“ je zpracován soubor Excelu, ve kterém se v uživatelské části definují kapacitní požadavky pro návrh nemocnice.  
V neúživatelské části je pomocí tabulek a maker vytvořena logika sestavení nemocnice. Tato logika rozhoduje jaké moduly, v jakém počtu a pořadí, mají být pro daný návrh použity. Při spuštění generování nemocnice dojde k výpisu souřadnic polohy všech modulů, které jsou datovým podkladem pro Dynamo.
- **Dynamo**  
„Dynamo“ je hlavní částí této práce. V této části je pomocí vizuálního programování zpracován algoritmus, který umožňuje systému informačního modelování budov (Autodesk Revit) propojení dat s tabulkovým procesorem (MS Excel). Hodnoty dat se algoritmem zpracují a dojde v Revitu k automatickému sestavení základního BIM modelu nemocnice.



Obr. 2: Schéma částí diplomové práce. [vlastní zdroj]



Obr. 3: Schéma propojení jednotlivých systémů a znázornění toku dat. [vlastní zdroj]

V *Zadávacím listu* souboru Excelu se vyplňují kapacitní požadavky pro sestavení nemocnice. Po spuštění programu dochází v Revitu k automatickému vytvoření informačního modelu nemocnice. Tento model slouží jako základní zdroj informací o objektu, jeho částech, vybavení a množství použitých materiálů a prvků. Model slouží také jako podklad pro manuální dopracování a vytvoření stavebních výkresů a analýz.

Koncept těchto nemocnic může být použit organizacemi „OSN“ nebo „Lékaři bez hranic“. Je možné dosáhnout rychlého návrhu, výroby i dopravy nemocnice. Nemocnice mohou být přidruženy k městům postiženým válečnými konflikty, mohou být zdravotnickým zázemím v uprchlických táborech nebo mohou být využity v rámci poskytování humanitární pomoci v rozvojových zemích. Nemocnice mohou také obsluhovat zdravotnickými službami široké území méně obydlených částí světa.



*Obr. 4: Ilustrační vizualizace off-grid nemocnice malé kapacity. Nemocnice je sestavena z modulů obsahující jednotlivé funkční celky provozu. Použití uvedeného návrhu je uvažováno do pouštní oblasti severní Austrálie.*

*[vlastní zdroj]*

# 1. BIM a vizuální programování ve stavebnictví

## 1.1 Úvod do technologie Informačního modelování budov

Myšlenka informačního modelování budov existuje již od roku 1970. Pojem „model budovy“ ve smyslu dnešního informačního modelování bylo poprvé použito vývojářem softwaru RUCAPS Robertem Aishem v roce 1986. [2]

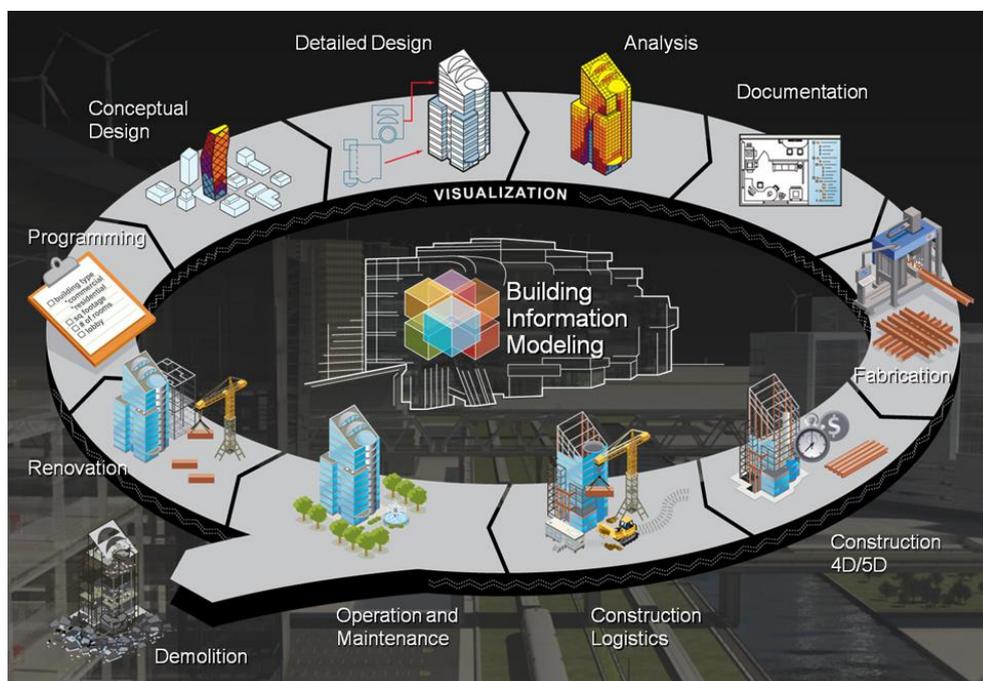
Zkratka BIM, tedy „Building information modeling“ se začíná používat až od roku 2002.

Pro ukázkou interpretace významu uvádím následující definici:

*„Digitální model reprezentuje fyzický a funkční objekt s jeho charakteristikami.*

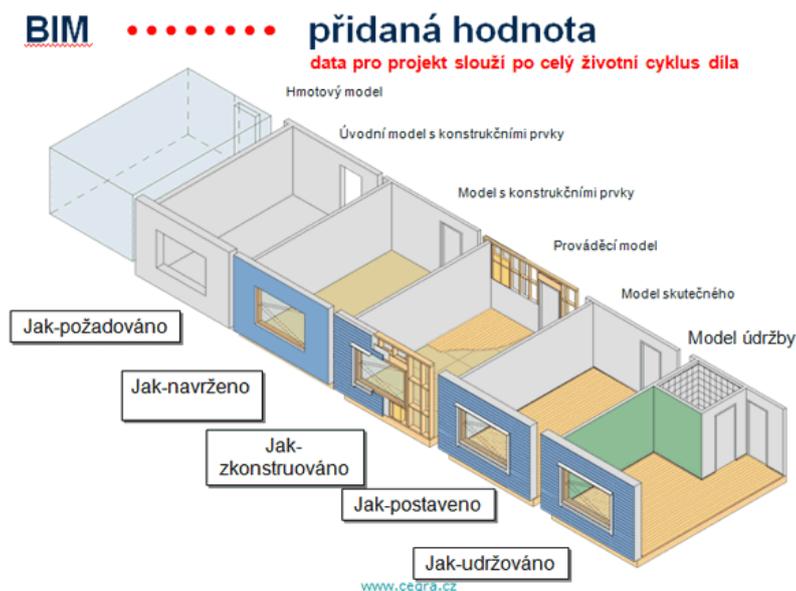
*Slouží jako otevřená databáze informací o objektu pro jeho zrealizování a provoz po dobu jeho užívání.“*

NIBS - National Institute of Building Sciences, USA



Obr. 5: BIM schéma životního cyklu budovy [4]

Základním prvkem celého systému BIM je virtuální model budovy. Tento model by měl být informačním otiskem navrhované nebo již realizované stavby. Budova je modelována v nástrojích pro tvorbu informačního modelu budovy (viz 1.1.3. Softwarové nástroje). Model vzniká od koncepčních hmot a je postupně zpřesňován na konkrétní konstrukce. Úroveň detailu zpracování modelu udává tzv. specifikace LOD ( *Level of Development*).



Obr. 6: BIM schéma [5]

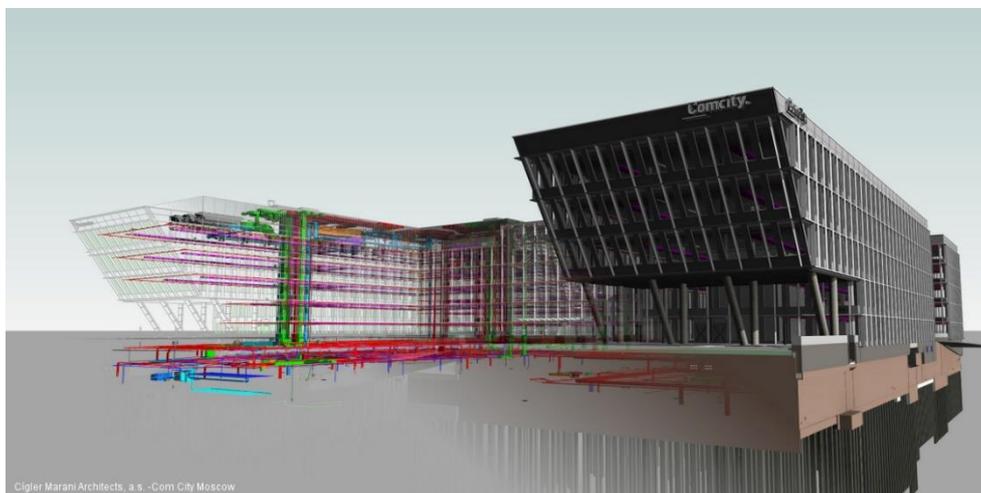
Modelovány mohou být stavební konstrukce, vybavení budovy, technické zařízení budov nebo i statické vyztužení konstrukcí.

Při modelování konstrukcí dochází zároveň k plnění komponent modelu atributovými daty. Tato data umožňují detailní filtrování konstrukcí ve výkazech a umožní komplexní správu nad prvky budovy.

Snahou je využít informace modelu pro celý životní cyklus budovy. Informační databáze může zahrnovat data od koncepčních návrhů, výstavby, správy budovy, případné rekonstrukce až po demolici. Na vytvoření informačního modelu se podílejí architekti, statici, jednotlivé profese, facility manageři i investor.

Z databázového modelu budovy získáváme stavební dokumentaci včetně tabulek, výkazů prvků, výkazů množství použitého materiálu a základních solárních, energetických či větrných analýz. Do databáze BIM modelu můžeme také nahlédnout formou databázových správců například typu Microsoft Acces.

Během vytváření informačního modelu jsme schopni ovlivnit velkou část nákladů spojených s návrhem, stavbou, a především provozem budovy. Finální model by měl v co největší míře reprezentovat skutečné dílo.



*Obr. 7: Informační model komplexu Comcity. Velikost obchodní a kancelářské plochy je 430 000 m<sup>2</sup>. [cadconsulting.cz]*

Projektování technologií BIM částečně omezuje vznik lidských chyb vzniklých v průběhu změn projektu. Při změně modelu dochází automaticky ke změně výkresů, výkazů a výsledků analýz. Vždy jsou k dispozici aktuální data. Kontrolou kolizí prvků modelu je dosaženo dalšího omezení chyb návrhu. Koordinování kolizí ve 2D prostředí může být obtížné až téměř nemožné. [7]

### 1.1.1 BIM v České republice

Technologie BIM je v České republice řadu let diskutována. Snahou zavést celý proces informačního modelování budov do praxe vznikla organizace *Odborná rada pro BIM*. Tato organizace se zabývá publikační činností, prezentací BIMu a jeho zaváděním do legislativy českého stavebnictví. Tento proces není jednoduchý a bude trvat jistě ještě řadu let. Většina propagačních materiálů od distributorů softwaru nebo projekčních ateliérů navozuje svými prezentacemi dojem, že celý proces BIM je v české praxi plně zaveden a využíván.

Ze zkušeností z velkých firem používajících BIM software uvádím vlastní náhled na současnou praxi. Použití softwaru pro informační modelování budov již v projekčních nebo architektonických ateliérech není výjimkou. Nejčastější způsob využití softwaru je pro vytvoření modelu, ze kterého se získávají pouze výkresy. Nezřídka jsem se setkal s nahrazováním nevymodelovaných částí BIM modelu, výkresy vytvořenými ve 2D AutoCadu. Dochází tím k absenci dat v informačním modelu. Dále dochází k neprovázanosti provedených změn mezi modelem a výkresem nakresleným v AutoCadu. Tento způsob práce dává prostor pro vznik velkého množství hrubých chyb. Výjimečně jsem se setkal se spoluprací a komunikací všech zúčastněných stran na společném BIM modelu. Toto je zásadní bod celého BIM procesu.

Zjišťování kolizí a soft-kolizí v modelu nebo generování podrobných výkazů vyžaduje dodržování standardů a syntaxe značení. Tato praxe je již běžná u firem, které prošly dlouhým procesem implementace technologie BIM. Větší míra využití informací z modelu je stále dle mých zkušeností velmi výjimečná.

V České republice je možno najít specializované služby implementací technologie BIM, jejichž „know how“ se blíží k celosvětovým špičkám. Prostředí technologie BIM se v Čechách velmi rychle rozvíjí a myslím si, že v několika dalších letech se významně promění.

### 1.1.2 BIM ve světě

Mnoho států po celém světě podporuje i vyžaduje technologii BIM. Nejčastěji se tento požadavek vyskytuje u veřejných zakázek. Hlavním důvodem pro využití BIM je důkladná možnost posouzení návrhu stavby. Prostřednictvím technologie BIM lze snížit vznik chyb v návrhu a také umožnit efektivnější správu majetku.

Finsko začalo pracovat s BIM technologií mezi prvními. Všechny nabídky pro státní správu jsou podmíněny projektem zpracovaným v BIM. BIM model stavby je předáván státním institucím ve formátu IFC (Industry Foundation Classes). V roce 2001 byly realizovány pilotní projekty. Požadavky pro BIM byly definovány v roce 2007 pod názvem COBIM. COBIM obsahuje podrobné informace rozdělené podle jednotlivých profesí a etap životního cyklu stavebního díla.

Velká Británie také podmiňuje použití technologie BIM pro zpracování projektů u veřejných staveb.

Ve Velké Británii je zpracována Národní BIM knihovna. Tato knihovna obsahuje 350 parametrických stavebních BIM prvků. Obsahuje stěny, stropy, okna, dveře a další konstrukce, které jsou předem připraveny pro projektanty a architekty pro použití do BIM projektů.

Singapur uplatňuje BIM technologii pro 80 % projektů. Cílem je používat BIM pro všechny projekty nad 5000 m<sup>2</sup> plochy. Důraz se klade na vývoj nástrojů pro automatickou kontrolu modelů. Nástroje pro kontrolu modelu mohou automatizovaně rozhodnout o udělení stavebního povolení. Registrované projekční kanceláře mají k dispozici nástroj, který umožní vytvořený BIM model ve formátu IFC zkontrolovat a zároveň porovnat se stanovenými stavebními předpisy.

V Austrálii byla vytvořena pracovní skupina několika vládních organizací, která se zabývá podmínkami využití BIM. Austrálie připravuje po vzoru Velké Británie projekt Národní BIM knihovny „National Objects Library project“. Tento projekt předem připraví prvky pro použití do BIM projektů. Prvky obsažené v Národní knihovně obsahují data, které bude možno využít v celém životním cyklu budovy. [7]

### 1.1.3 Softwarové nástroje

První softwarové nástroje, vyvinuté pro modelování budov, byly představeny v sedmdesátých letech. Jednalo se o produkty Chuck Eastman's Building Description System, GLIDE, RUCAPS, Sonata a Reflex. První aplikace a hardware potřebný k jejich spuštění byly velmi drahé. Následkem bylo zpomalení uvedení do praxe. ArchiCAD Radar CH, který vyšel v roce 1984, byl prvním softwarem k dispozici pro modelování na osobním počítači. [5]

Dnes jsou na trhu čtyři komplexní systémová řešení.

Hlavními představiteli jsou firmy:

- Autodesk (Revit),
- Nemetschek (Vectorworks),
- Graphisoft (ArchiCAD) (Graphisoft je od roku 2007 taktéž ve vlastnictví německé firmy Nemetschek),
- Bentley (MicroStation a AllPlan).

Možné je využít i dílčí softwarové nástroje řešící jednotlivé díly celého procesu.

Rozdělení softwarových nástrojů pro stavebnictví dle profesního určení je následovné:

<p>Nástroje pro architekty a projektanty:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Autodesk Revit,</li><li>• Allplan Architecture.</li><li>• ArchiCAD,</li><li>• Bentley Architecture.</li></ul>	<p>Nástroje pro statiky:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Autodesk Revit Structure,</li><li>• Tekla Structure,</li><li>• Scia Engineer,</li><li>• ProStructures.</li></ul>
<p>Nástroje pro projektanty TZB:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Autodesk Revit MEP,</li><li>• Bentley Building Mechanical Systems,</li><li>• MagicCAD,</li><li>• MEP Modeler</li></ul>	<p>Nástroje pro správce budov:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Allplan Alfa,</li><li>• ARCHIBUS,</li><li>• ArchiFM,</li><li>• Bentley Facilities V8i.</li></ul>

<p>Nástroje pro investory:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bim+,</li><li>• BIMx,</li><li>• Solibri Model Checker,</li><li>• Tekla BIMSight.</li></ul>	<p>Nástroje pro dodavatele:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Autodesk Navisworks,</li><li>• Allplan BCM,</li><li>• Tekla BIMSight,</li><li>• Solibri Model Checker.</li></ul>
---	--

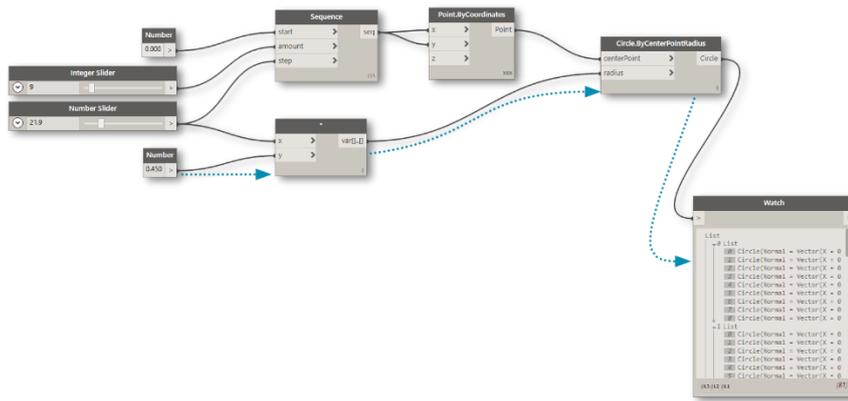
## 1.2 Vizuální programování ve stavebnictví

„Computed design“ a s tím spojené vizuální programování umožňuje řešit pomocí automatizovaných algoritmů, simulací, skriptů a parametrizací návrhové úkony.

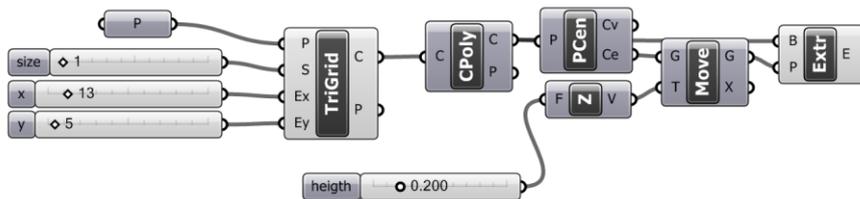
Tato technologie je tématem západních univerzit a praxe, u které je potřeba vytvářet složitou architekturu nebo pokročile spravovat informační model budovy. Po dobu použití této technologie v praxi můžeme po světě pozorovat veliký dopad na architektonické návrhy.

Navrhování a projekce často obsahují vizuální nebo geometrické návaznosti a vztahy. Tyto vztahy mohou být popsány algoritmy či pracovními postupy. Můžeme tak usilovat o inovativní řešení problémů nebo obecně celého návrhu. Vizuální programování umožňuje vytvořit algoritmus a automatizovat tím tak potřebné úkony.

Princip a způsob tohoto programování je vytvořen tak, aby algoritmy byl schopen vytvářet i člověk bez znalosti programovacích jazyků. Týká se to často projektantů a architektů. Není potřeba psát kód. Propojují se v určité logické návaznosti předem naprogramované bloky, tzv. nody. Každý nod vytváří určitý krátký úkon. Skladby těchto nodů v logickém uspořádání dokáží pracovat s daty, nebo vytvářet model složité parametrické konstrukce. [1]



Obr. 8: Prostředí pro vizuální programování Dynamo doplňující BIM systém Autodesk Revit. Ukázka propojení nodů při vizuálním programování. [1]

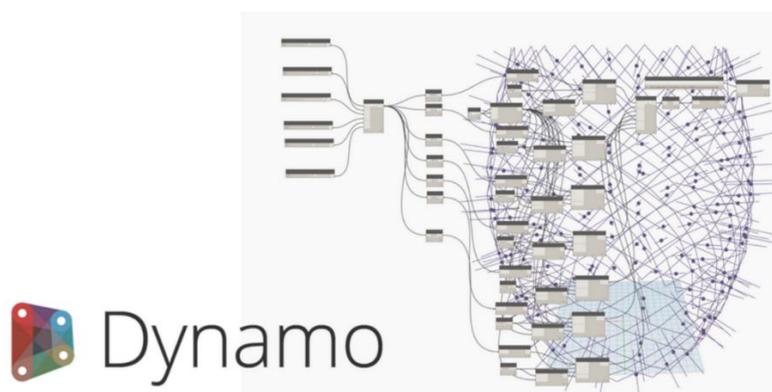


Obr. 9: Prostředí pro vizuální programování Grasshopper určený pro Rhino, nově propojeno i se softwarem Archicad. Ukázka propojení nodů. [6]

### 1.2.1 Nástroj vizuálního programování pro stavebnictví, Dynamo

Dynamo je prostředí vytvořené primárně jako vizuálně programovací doplněk pro informační modelování budov (BIM). První verze pro veřejnost byla vydána v říjnu 2013.

Tento software je propojen s BIM softwarem Autodesk Revit. Od verze Revitu 2017 je již jeho součástí.

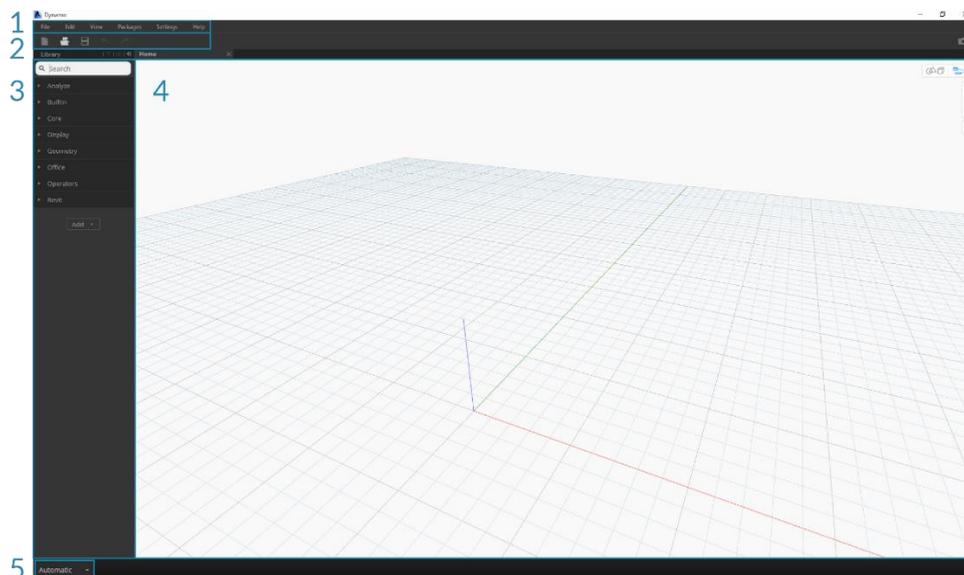


Obr. 10: Ukázka trasování modelu v softwaru Dynamo. [1]

Dynamo se postupně vyvinulo jako nástroj pro uživatelsky definovatelné rozšíření BIM systému Revit. Dynamem jsme schopni ovládat, vytvářet, analyzovat nebo třídit data z BIM modelu Revitu. Platforma je určena primárně pro architekty a stavební inženýry, kteří mohou díky Dynamo vytvářet vlastní nástroje pro práci s BIM modelem. Značně se tak rozšiřují možnosti práce, které by nám jinak v omezené míře nabízel BIM software. Pokud je potřeba pro vytvoření vlastního skriptu logický uzel - nod, který není v nabídce programu, je možno tento nod buď stáhnout přes prostředí programu od uživatelů, kteří již podobný problém řešili nebo vlastní nod doprogramovat v jazyku Python. [8]

## 1.2.2 Uživatelské prostředí Dynama

Uživatelské prostředí Dynama je organizováno do pěti hlavních oblastí. Hlavní z nich je pracovní plocha, ve které skládáme vizuální programy. [3]



Obr. 11: Uživatelské prostředí Dynama. [3]

Čísla na obrázku Obr. 11 Uživatelské prostředí Dynama značí jednotlivé hlavní oblasti programu.

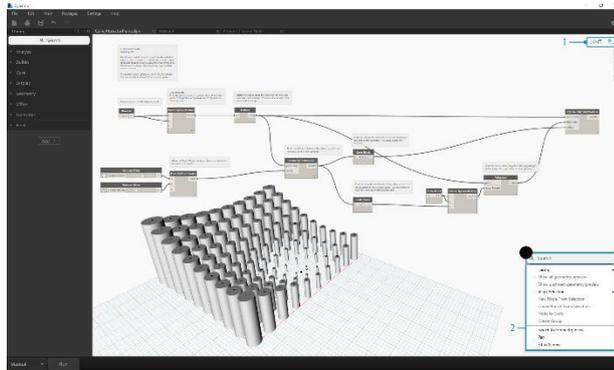
- 1 - Lišta menu
  - Zde se nachází hlavní funkcionality aplikace potřebné pro načtení uložení souboru, editaci souboru, různá zobrazení a nastavení nodů, stáhnutí uživatelsky vytvořených balíčků nodů, nastavení aplikace a nápověda.
- 2 – Panel nástrojů
  - Panel nástrojů obsahující řadu tlačítek pro rychlý přístup k práci se soubory a ostatními příkazy. Taktéž obsahuje možnost exportu snímku pracovní plochy pro tisk a sdílení.
- 3 – Knihovna
  - Knihovna obsahuje veškeré nody – logické uzly rozříděné do kategorií. Nachází se zde i dodatečně načtené balíčky nodů nebo i vlastní naprogramované

nody. Z těchto seznamů vybíráme potřebné části, z kterých sestavujeme program.

V knihovně je vstup i výstup nodu a jeho funkcionality stručně popsána.

- 4 – Pracovní plocha

Pracovní plocha je prostor, ve kterém spojujeme jednotlivé nody a vytváříme program. Vidíme zde náhled vytvářeného modelu, který vznikne v Revitu. Můžeme zde do skriptů umisťovat poznámky, či seskupovat jednotlivé části.



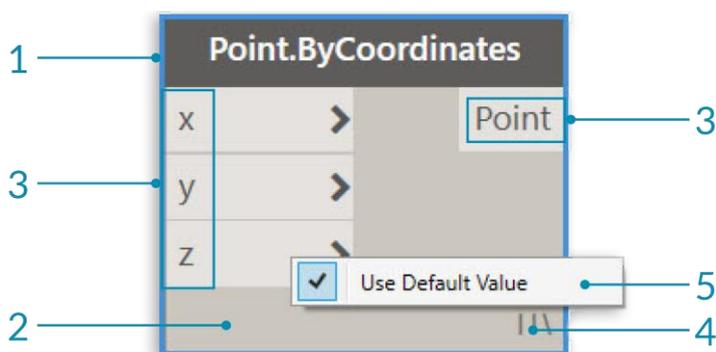
Obr. 12: Uživatelské prostředí Dynamo. [3]

- 5 – Panel spuštění programu / skriptu

V panelu spuštění programu můžeme zvolit buď volbu spuštění automatickou, která skript spustí při nějaké jeho změně nebo manuální při stisku tlačítka „Start“ [3]

### 1.2.3 Nod – anatomie základního článku vizuálního programování

Každý nod obsahuje svůj název, tělo nodu, porty pro vstupní a výstupní informace, „lacing“ nabídku a možnost vyvolání původních hodnot. Nod na obrázku níže *Obr. 10: Popis logického uzlu* plní funkci vytvoření bodu v prostoru Revitu. Pod číslem **1** vidíme název nodu, ze kterého poznáme, že se jedná o vytvoření bodu na základě souřadnic. Číslo **2** značí tělo nodu, pod kterým se při pravém stisknutí tlačítka myši zobrazí nastavení celého nodu. Na obrázku pod označením číslem **3** najdeme v levé části vstupní a v pravé části výstupní porty informací. K těmto portům můžeme připojit nod, který definuje hodnotu čísla pro každou souřadnici. V levé části nodu najdeme port s výstupní informací. Ta bude obsahovat informaci vytvoření bodu v souřadnicích daných vstupním portem.



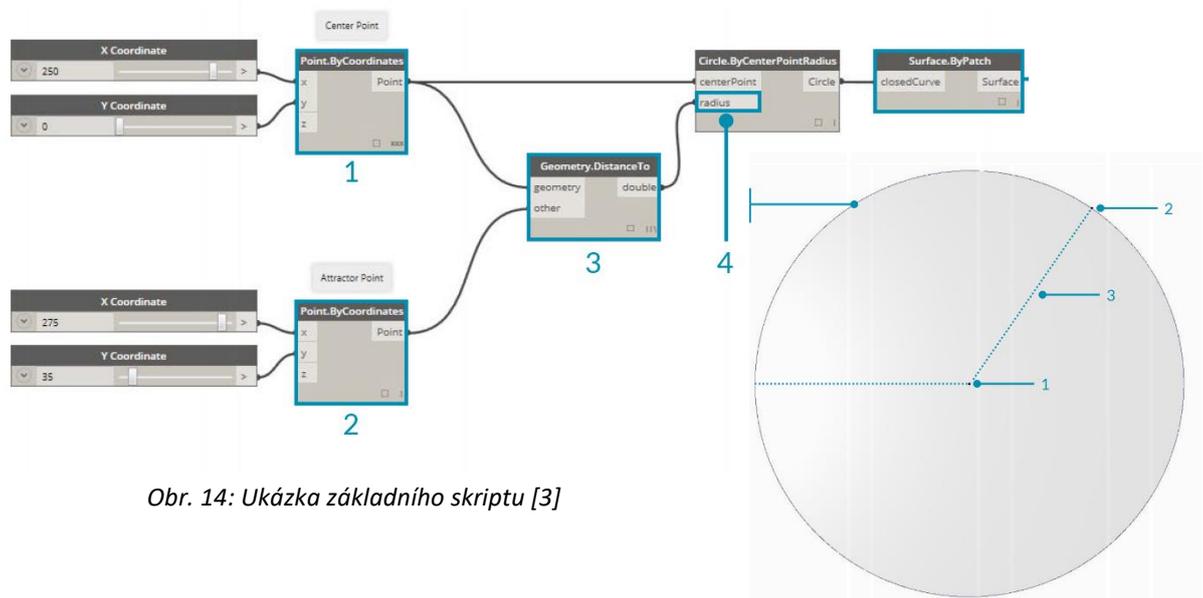
*Obr. 13: Popis rozvržení nodu [3]*

Pod číslem **4** najdeme „lacing“ nabídku, která určuje způsob řazení dat v seznamu vstupů.

Číslo **5** ukazuje možnost vrácení původních hodnot. [3]

### 1.2.4 Ukázka tvorby skriptu

Tento jednoduchý skript vytváří plochu kružnice definovanou středovým bodem a bodem ležícím na kružnici.



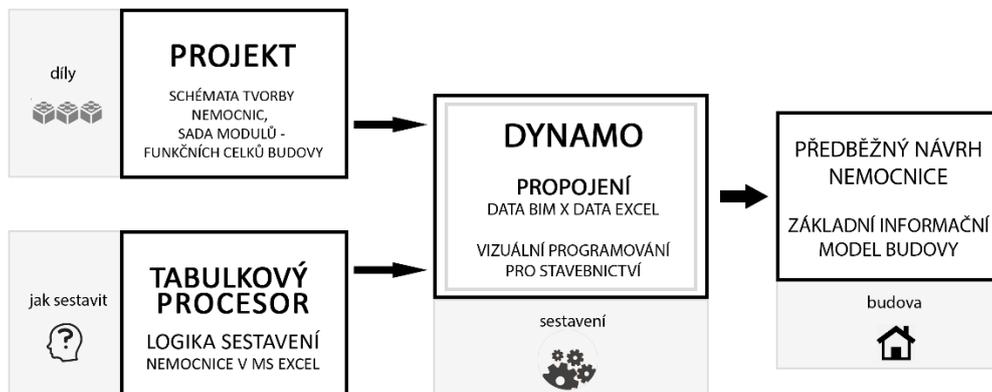
Obr. 14: Ukázka základního skriptu [3]

Stručný popis skriptu značeného čísly na obrázku

Obr. 11: Ukázka základního skriptu

- 1- vytváříme bod středu kružnice definovaného souřadnicemi
- 2- vytváříme bod protínající kružnici
- 3- získáváme hodnotu poloměru na základě vzdálenosti mezi body středu kružnice a bodu na jejím obvodu
- 4- vytváříme křivku kružnice na základě středového bodu a poloměru
- 5- z křivky kružnice vytváříme povrch [3]

## 2. Rozbor tematických částí automatizovaného návrhu modulární polní nemocnice



Obr. 15: Schéma částí diplomové práce. [vlastní zdroj]

Práce je rozdělena na tři části. „Projekt“, „Tabulkový procesor“ a „Dynamo“.

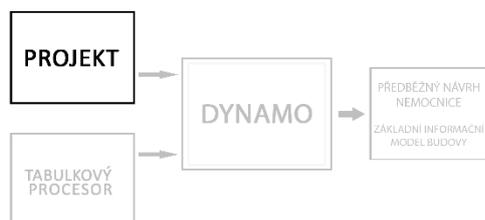
Část „Projekt“ obsahuje architektonické schéma nemocnic různých kapacit a návrh základní sady modulů, z kterých se nemocnice skládá. Každý modul tvoří samostatný funkční celek daného nemocničního provozu. Pro každý modul jsou zpracovány kapacitní varianty. Moduly jsou zpracovány v BIM.

V části „Tabulkový procesor“ je zpracován soubor Excelu, ve kterém se v uživatelské části definují kapacitní požadavky pro návrh nemocnice. V neuzivatelské části je pomocí tabulek a maker vytvořena logika sestavení nemocnice. Tato logika rozhoduje jaké moduly, v jakém počtu a pořadí, mají být pro daný návrh použity. Při spuštění generování nemocnice dojde k výpisu souřadnic polohy všech modulů, které jsou datovým podkladem pro Dynamo.

„Dynamo“ je hlavní částí této práce. V této části je pomocí vizuálního programování zpracován algoritmus, který umožňuje systému informačního modelování budov (Autodesk Revit) propojení dat s tabulkovým procesorem (MS Excel). Hodnoty dat se algoritmem zpracují a dojde v Revitu k automatickému sestavení základního BIM modelu nemocnice.

## 2.1 Část „Projekt“

### Koncept návrhu modulární polní nemocnice



Obr. 16: Schéma popisované části diplomové práce. [vlastní zdroj]

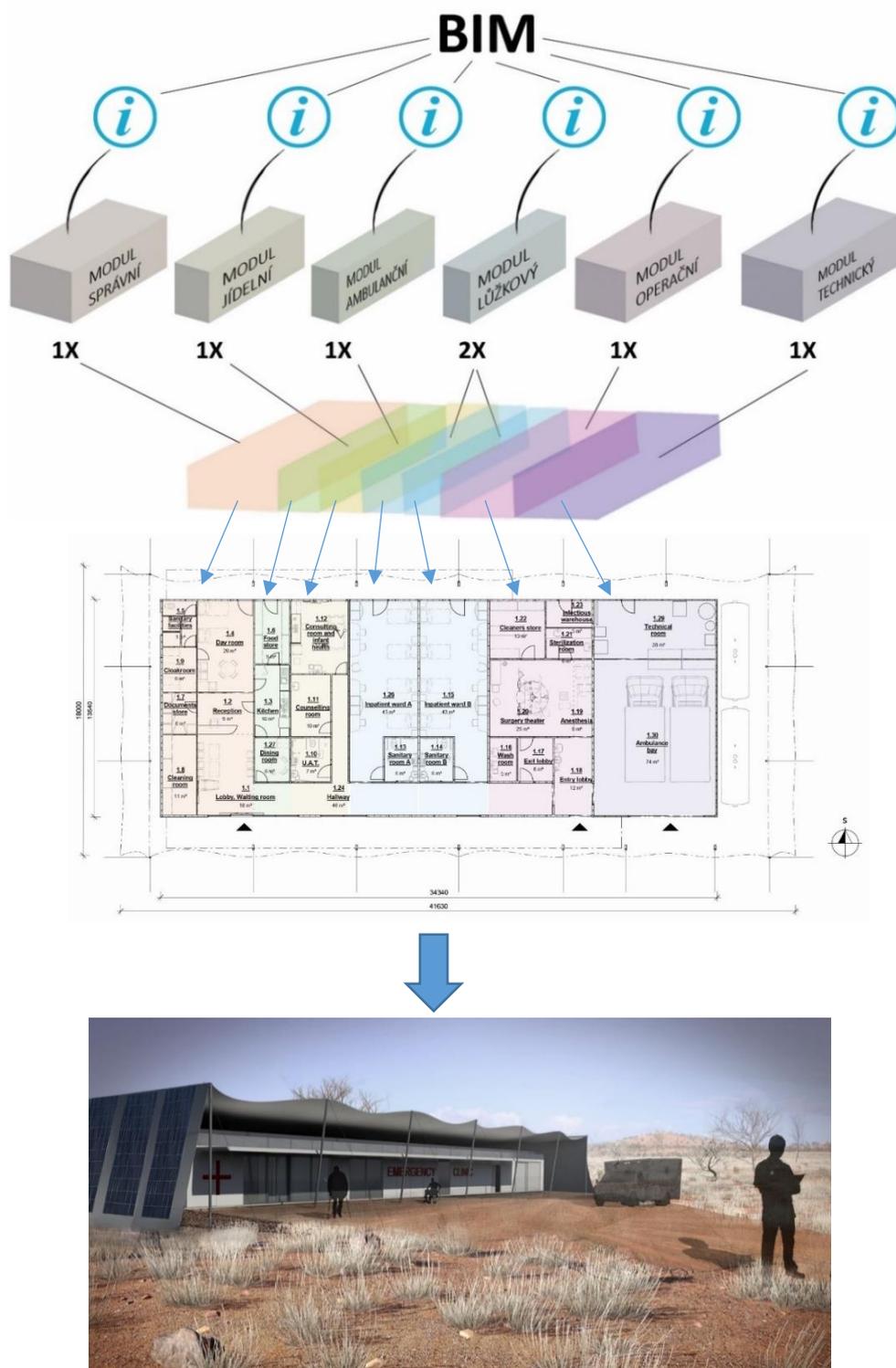
V části „Projekt“ je popsán princip automatizovaného návrhu objektu na zvoleném jednopodlažním dvoutraktovém schématu budovy. Jsou zde popsány principy a součásti vytváření nemocnice. Část ze seznamu skladebných modulů byla zpracována v rámci předdiplomového semináře a Specializovaného projektu 2.

#### 2.1.1 Automatizovaný návrh

Tento princip automatizovaného návrhu objektu je vhodný pro objekty nenáročné na své tvarové řešení a prostředí, které nelimituje umístění stavby. Vhodným uplatněním může být návrh polní nemocnice, který může být opakovaně vytvářen definovaným schématem.

Návrh objektu je založen na skládání předem vyprojektovaných částí budovy. Tyto části jsou nazvány skladebné moduly. Skladebné moduly reprezentují funkční celky objektu a jsou vymodelovány v technologii BIM. Návrh budovy vzniká zadáním kapacitních požadavků v tabulkovém procesoru. Spuštěním programu dojde k automatizovanému vyhodnocení a sestavení celého objektu podle předem stanovených tvarových a výpočetních principů. Automatizovaně sestavovaná budova může mít více traktů i více podlaží. Pro takovou stavbu musí být uzpůsobeny skladebné moduly a vytvořena požadovaná sestavovací logika. Počet modulů, ze kterých se návrh sestavuje, není omezen.

Při sestavení objektu dochází k vytvoření základního BIM modelu celé budovy. Informační model slouží jako podklad pro manuální dopracování. Informace z modelu je možné využívat pro další fáze návrhu, výstavby a správy budovy.



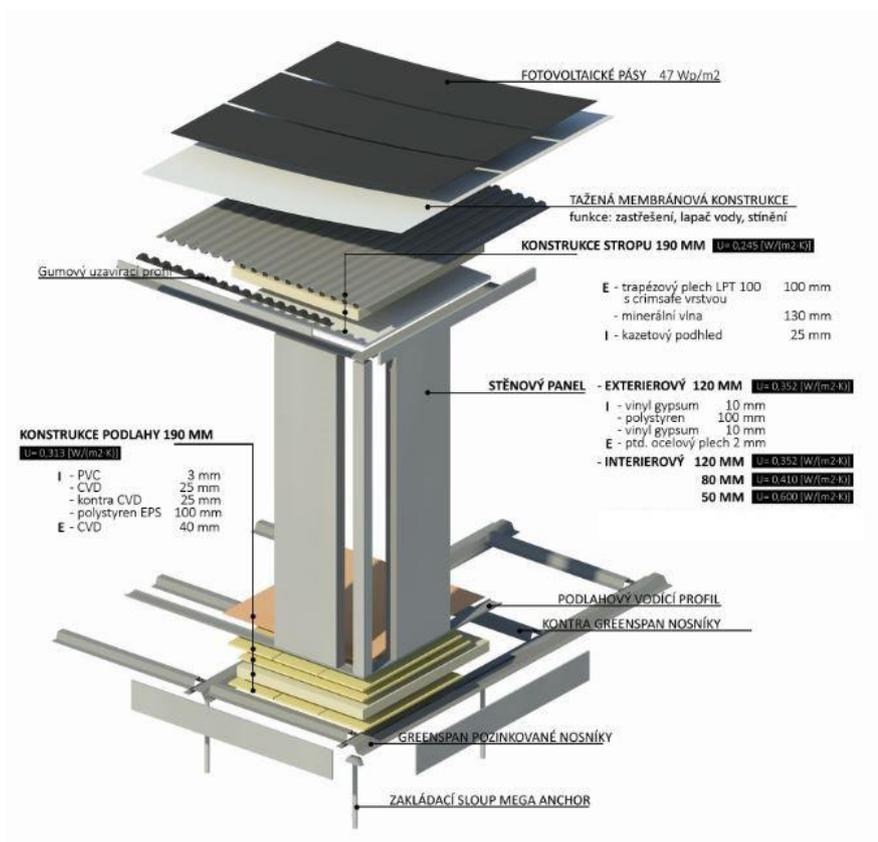
Obr. 17: Ilustrace objektu sestaveného ze skladebných modulů. Jedná se o nejmenší variantu polní nemocnice o kapacitě osmi nemocničních lůžek, operačního sálu a ošetrovny. [vlastní zdroj]

## 2.1.2 Koncept nemocnice

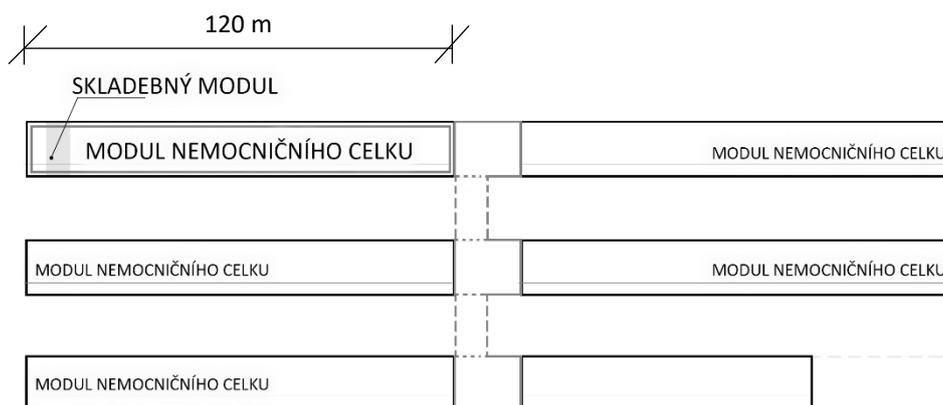
Návrh této modulární polní nemocnice je tvořen jednopodlažním dvoutraktovým systémem. Stavba je lineárního tvaru. Hloubka skladebného modulu je totožná s hloubkou hmoty nemocnice. Kapacita lůžek nemocnice může být definována od 8 do 1350. Při vyhodnocení délky lineární části nemocnice delší než 120 m, v důsledku požadavků na vyšší počet nemocničních lůžek, dochází ke změně tvorby hmoty nemocnice z formy lineární na multiblokovou. Komunikace pro ambulanční dopravu mezi liniovými částmi multibloků mohou být zastřešeného či otevřeného typu.

Konstrukce skladebných modulů je uvažována jako montovaná ze samonosných stěnových panelů. Panely jsou opatřeny zacvakávacím mechanismem, který umožňuje jejich vzájemné spojení. Nejširší typ stěnového panelu je 1200 mm a umožňuje tak manipulaci bez použití mechanizace.

Stavba je lehká a lehce přemístitelná. Tento způsob výstavby umožňuje v rozloženém stavu přepravu nemocnice v lodních kontejnerech. Přesné určení konstrukce a použitých materiálů vždy záleží na místě, do kterého je stavba určena.

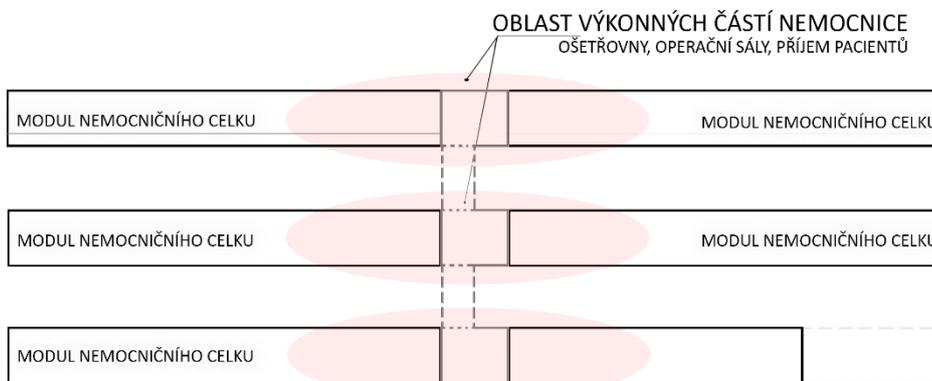


Obr. 18: Prostorový detail možné skladby konstrukce určené pro podnebí australské pouště. [vlastní zdroj]

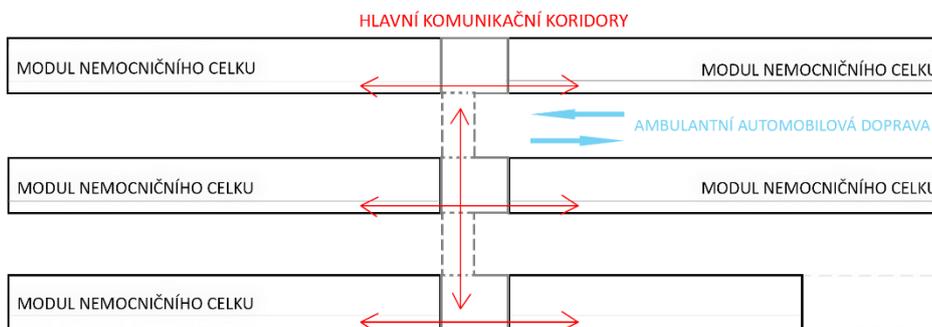


Obr. 19: Půdorysné schéma nemocnice o kapacitě cca 400 nemocničních lůžek. Ve schématu je znázorněn „skladebný modul“ a „modul nemocničního celku“. Modul nemocničního celku má kapacitu 75 lůžek. [vlastní zdroj]

Na obrázku č. 19 je znázorněno soustředění výkonných částí nemocnice do jádra hmoty budovy. Tuto část protínají hlavní komunikační koridory. Komunikační koridory propojují jednotlivé moduly nemocničních celků. Nemocnice tak funguje jako jeden celek. Komunikační koridory jsou znázorněny na obrázku č. 20.



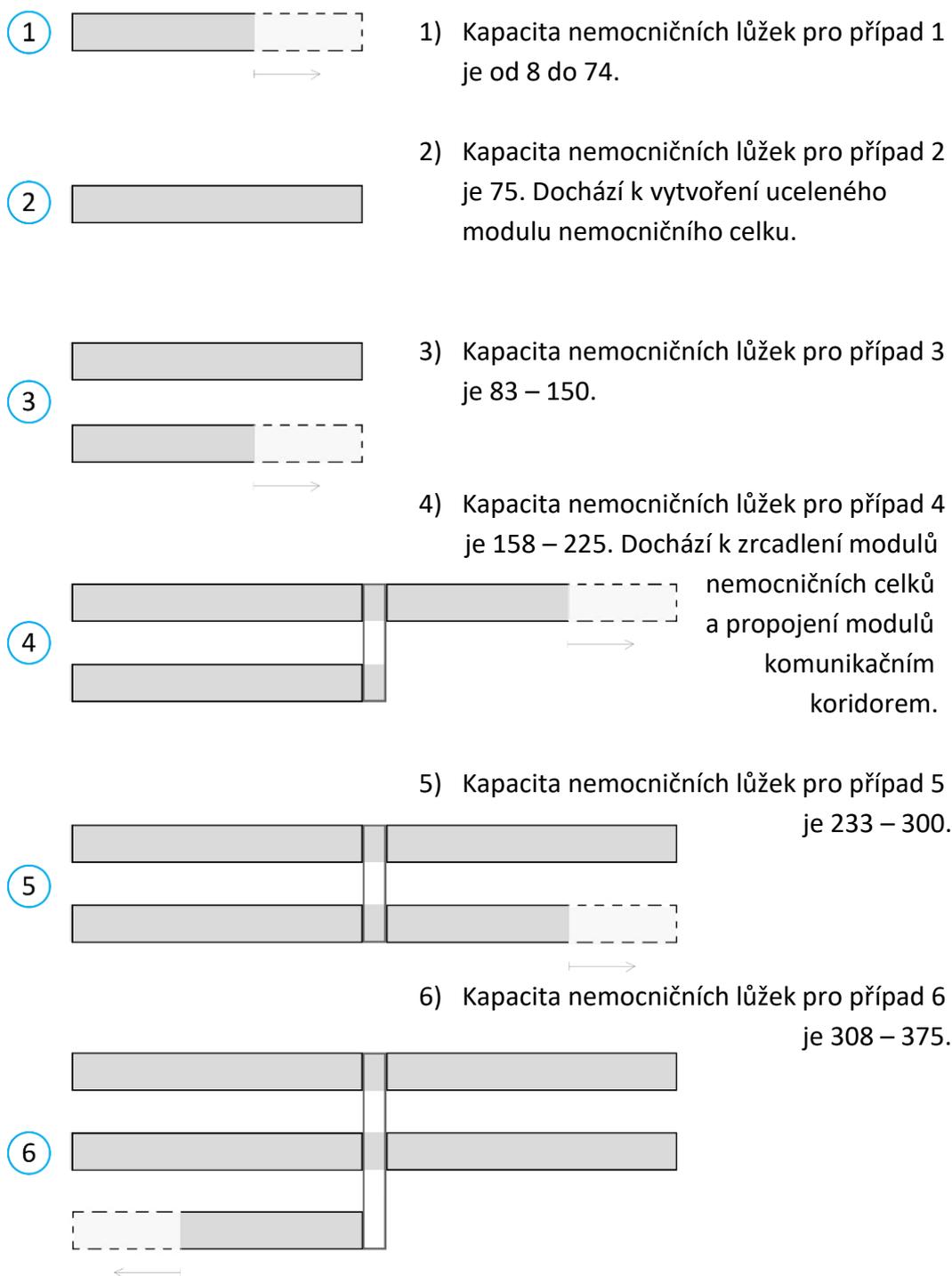
Obr. 20: Znáznornění výkonné části nemocnice. [vlastní zdroj]



Obr. 21: Znáznornění pěších a automobilových komunikací. [vlastní zdroj]

### 2.1.3 Schéma tvorby hmoty nemocnice v závislosti na počtu nemocničních lůžek.

Se zvyšujícími se požadavky na kapacitu nemocničních lůžek a objem poskytovaných služeb dochází k zvětšování rozlohy nemocnice. Princip růstu hmoty nemocnice je pro konkrétní případy znázorněn na obrázku č. 21. **Maximální kapacita** nemocnice je **1350 lůžek**.

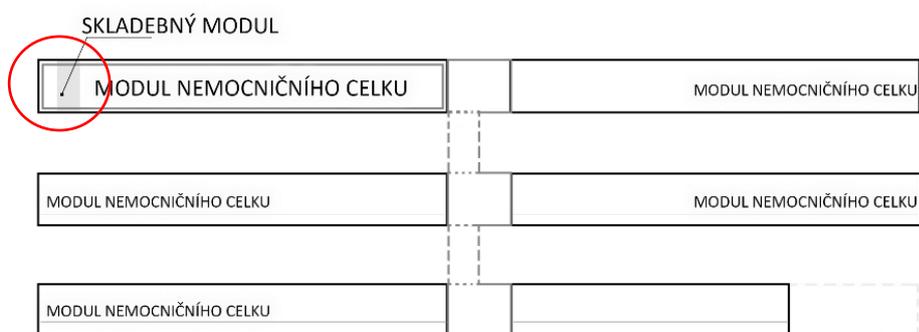


Obr. 22: Půdorysné schéma nemocnice zobrazující hmotu nemocnice pro různé případy počtu nemocničních lůžek. [vlastní zdroj]

## 2.1.4 Skladebný modul

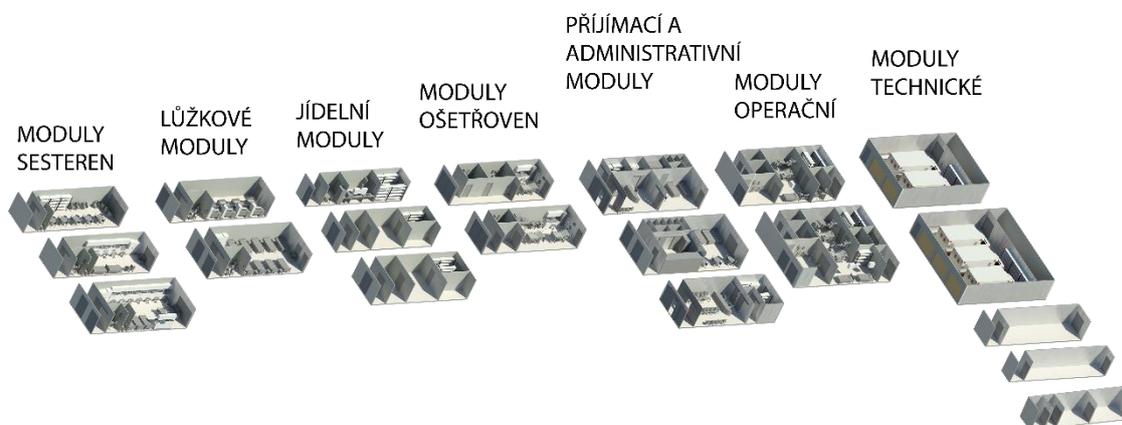
Skladebné moduly jsou základními články sestavení nemocnice. Každý modul představuje funkční celek daného provozu nemocnice. Jedná se o provozy například pro přípravu jídel, pro provoz ošetřoven, operačních sálů a podobně. Každý modul obsahuje ve své přední části prostor komunikace. Při skladbě více modulů za sebou tento prostor vytváří průchozí halu.

Pro tento projekt bylo vytvořeno 24 základních skladebných modulů. Ke každému typu modulu byly vytvořeny velikostní varianty. Program rozhoduje, která velikostní varianta modulu je vhodná pro umístění do navrhované skladby nemocnice.

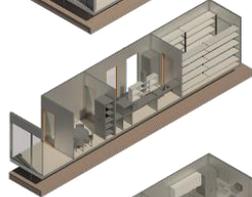
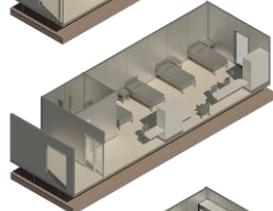
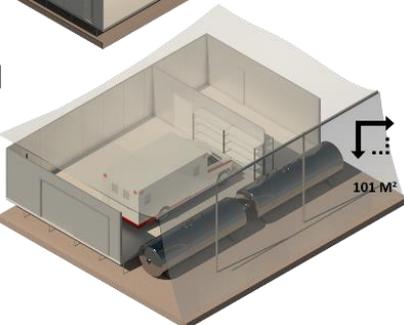


Obr. 23: Schéma znázorňující skladebný modul v kontextu nemocnice. [vlastní zdroj]

Skladebné moduly jsou vymodelovány v BIM. Model modulu nese podrobná informační data, která se mohou využít pro další fáze návrhu nebo výstavby budovy. Počet modulů pro sestavování stavebních objektů není omezen. BIM komponenty zdravotnického vybavení modulů jsou použity z australských standardů pro navrhování zdravotnických jednotek, AusHFG.



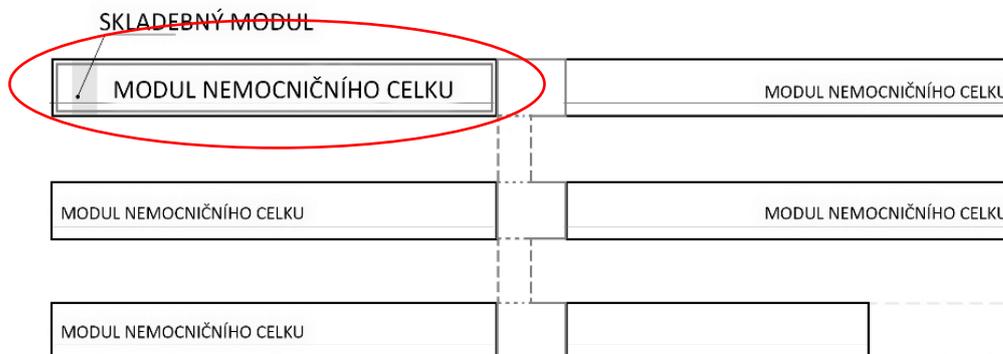
Obr. 24: BIM modely skladebných modulů. [vlastní zdroj]

	PLOCHA	OBJEM	POTŘEBA VODY	POTŘEBA EL. ENERGIE
<b>MODUL ZÁZEMÍ A SPRÁVNÍ</b> 	 74,4 M <sup>2</sup>	 215,8 M <sup>3</sup>	 BĚŽNÝ DEN 682 l/den EXTRÉMNÍ DEN 742 l/den	 4,7 kWh/den 3,2 kWh/den
<b>MODUL JÍDELNÍ</b> 	 28,6 M <sup>2</sup>	 82,9 M <sup>3</sup>	 BĚŽNÝ DEN 168 l/den EXTRÉMNÍ DEN 196 l/den	 7,5 kWh/den 8,4 kWh/den
<b>MODUL AMBULANČNÍ</b> 	 47,4 M <sup>2</sup>	 136,4 M <sup>3</sup>	 BĚŽNÝ DEN 213 l/den EXTRÉMNÍ DEN 273 l/den	 1,3 kWh/den 1,4 kWh/den
<b>MODUL LŮŽKOVÝ</b> 	 55,2 M <sup>2</sup>	 160,2 M <sup>3</sup>	 BĚŽNÝ DEN 156 l/den EXTRÉMNÍ DEN 213 l/den	 5,6 kWh/den 19,3 kWh/den
<b>MODUL OPERAČNÍ</b> 	 84,1 M <sup>2</sup>	 243,9 M <sup>3</sup>	 BĚŽNÝ DEN 35 l/den EXTRÉMNÍ DEN 105 l/den	 2,6 kWh/den 8,1 kWh/den
<b>MODUL TECHNICKÝ</b> 	 101 M <sup>2</sup>	 291 M <sup>3</sup>	 BĚŽNÝ DEN EXTRÉMNÍ DEN	 2,8 kWh/den 3,4 kWh/den

Obr. 25: BIM modely skladebných modulů. [vlastní zdroj]

## 2.1.5 Modul nemocničního celku

Modul nemocničního celku je soubor skladebných modulů obsluhující kapacitu 75 nemocničních lůžek.



Obr. 26: Schéma znázorňující modul nemocničního celku. [vlastní zdroj]

### Výpis modulů v modulu nemocničního celku:

Modul denní místnosti lékařů a sester	1x
Modul zázemí pro zaměstnance – největší kapacitní varianta	2x
Modul stravovací – největší kapacitní varianta	1x
Modul lůžkový – 9 lůžek	7x
Modul lůžkový – 4 lůžka	3x
Modul denní místnosti pacientů	1x
Modul sesterny – největší kapacitní varianta	1x
Modul prádelny a úklidu	1x
Modul ošetřovny – největší kapacitní varianta	2x
Modul ošetřovny s konzultační místností	1x
Modul příjmu pacientů – největší kapacitní varianta	1x
Modul operační – největší kapacitní varianta	1x
Modul technického zázemí – největší kapacitní varianta	1x
Modul garážového stání pro ambulanční vozy	1x

KAPACITA LŮŽEK NÁVRHU

75

POČET ZAMĚSTNANCŮ

27

TÝDENNÍ KAPACITA OŠETŘOVEN

525

POČET LÉKAŘŮ

7

TÝDENNÍ KAPACITA OPERAČNÍCH SÁLŮ

70

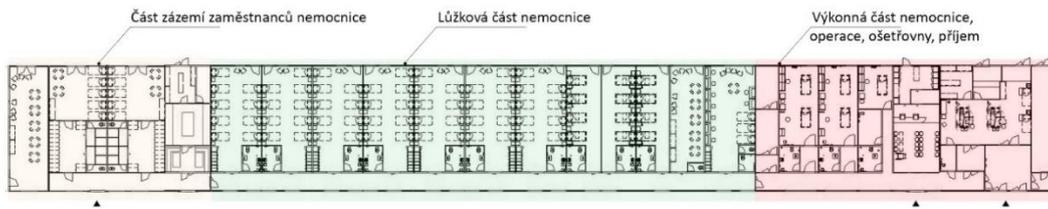
POČET ZDRAVOTNÍCH SESTER

15

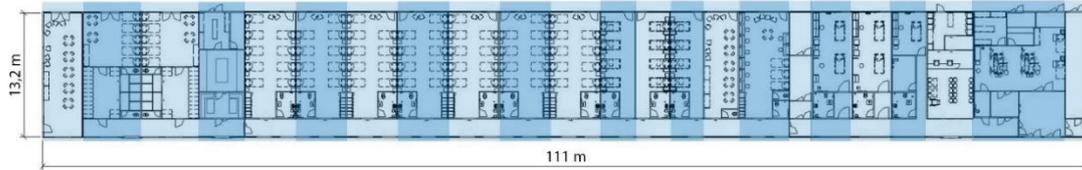
POČET AMBULANČNÍCH VOZŮ

3

### NÁHLED FUNKČNÍHO ROZDĚLENÍ MODULU NEMOCNIČNÍHO CELKU



### ZNÁZORNĚNÍ ROZDĚLENÍ NEMOCNIČNÍHO CELKU PO SKLADEBNÝCH MODULECH



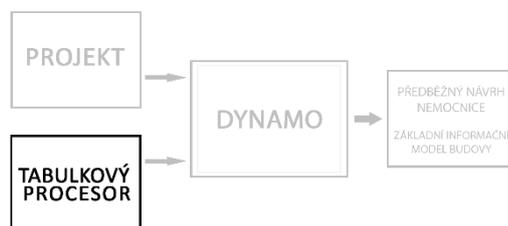
### PROSTOROVÝ NÁHLED NA INFORMAČNÍ MODEL



Obr. 27: Grafický rozbor modulu nemocničního celku. [vlastní zdroj]

## 2.2 Část „Tabulkový procesor“

Tvorba logiky sestavení nemocnice a polohopisu skladebných modulů



Obr. 28: Schéma popisované části diplomové práce. [vlastní zdroj]

V části „Tabulkový procesor“ je zpracován soubor NAVRH.xlsm. Tento soubor obsahuje 3 části:

### Uživatelská část

- Uživatelské prostředí, ve kterém se zadávají kapacitní požadavky pro návrh nemocnice

### Neuživatelská část

- Část zpracování. V této části se definuje skladba a vlastnosti vytvořených modulů. Dochází zde k rozhodování, který modul nebo kapacitní variantu modulu použít do návrhu.
- Část s vygenerovanými daty souřadnicových bodů. Tyto body jsou umísťovacími body skladebných modulů v projektu Revitu. Vygenerování souřadnic provádí hlavní makro, které se spouští tlačítkem v uživatelské části. Vygenerovaná data jsou automaticky načtena a zpracována skriptem vizuálního programování pro stavebnictví v prostředí Dynamo.

## 2.2.1 Uživatelské prostředí

V souboru NAVRH.xlsm v listu „Zadávací list“ je zpracováno základní uživatelské prostředí k definování požadavků na návrh modulární nemocnice. V tomto listu je možné definovat počet nemocničních lůžek. Je zde také možné přidat do návrhu další moduly, které zvýší kapacitu operací nebo ošetření nemocnice. Dále je možné přidání modulů speciálních provozů, které rozšíří služby nemocnice. Uživatelské prostředí umožňuje zobrazit náhled výpisu modulů, z kterých bude po spuštění programu sestavena nemocnice.

DYNAMO | Souřadnice | Pracovní list | Moduly informace | **ZADÁVACÍ LIST** | +

**1** AUTOMATIZOVANÝ PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH MODULÁRNÍ NEMOCNICE

Požadovaná kapacita lůžek nemocnice:

**2** ZOBRAZIT PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH

VÝPIS MODULŮ PŘEDBĚŽNÉHO NÁVRHU NEMOCNICE

Název modulu	Kapacitní údaje o modulu	počet modulů
Modul zázemí M	, kapacita zázemí 16 zaměstnanců	2
Modul jídelní L	, kapacita varny do 100 strávnků denně	1
Modul ošetrovny M	, kapacita 25 ošetření denně	2
Modul ošetrovny L	, kapacita 50 ošetření denně	1
Modul lůžkový M	, kapacita 4 lůžka	4
Modul lůžkový L	, kapacita 9 lůžek	6
Modul operační L	, kapacita 10 operací denně	1
Modul technického zázemí L		1
Modul garážového stání L	, kapacita 3 ambulanční vozy	1

**3** ILLUSTRACE NEMOCNICE



Ilustrace modulární nemocnice.

KAPACITA LŮŽEK:

TÝDENNÍ KAPACITA OŠETŘOVEN:

TÝDENNÍ KAPACITA OPERAČNÍCH SÁLŮ:

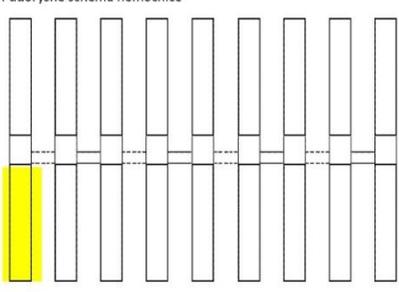
POČET ZAMĚSTNANCŮ:

POČET LÉKAŘŮ:

POČET ZDRAVOTNÍCH SESTER:

POČET AMBULANČNÍCH VOZŮ:

**4** PŮDORYSNÉ SCHÉMA NEMOCNICE



**5** Dodatečné požadavky na kapacitu a funkce nemocnice

Vymazání hodnot tabulky dodatečných požadavků

Přidáv. modul	Vložit do řady								Navýšena kapacita	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Modul ošetrovny M	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Kapacita ošetření pacientů je zvýšena o 25 za den
Modul ošetrovny L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul operační M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul operační L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul porodnice	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul a psychiatrické péče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul psychologické péče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul speciálního vybavení	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Obr. 29: Prostedí „Zadávacího listu“. List slouží pro definování požadavků pro návrh modulární nemocnice. [vlastní zdroj]

Popis jednotlivých částí „Zadávacího listu“ je zobrazen na obrázcích číslo 29 a 30.

**1**

**AUTOMATIZOVANÝ PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH MODULÁRNÍ NEMOCNICE**

Požadovaná kapacita lůžek nemocnice:

Zadání počtu nemocničních lůžek

Stisknutím tlačítka "GENEROVAT NEMOCNICI" dojde k vytvoření datového podkladu pro sestavení nemocnice.

**2**

**ZOBRAZIT PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH**

VÝPIS MODULŮ PŘEDBĚŽNÉHO NÁVRHU KOMPLEXU NEMOCNICE

Název modulu	Kapacitní údaje o modulu	počet modulů
Modul zázemí M	, kapacita zázemí 16 zaměstnanců	2
Modul jídelní L	, kapacita varny do 100 strávníků denně	1
Modul ošetrovny M	, kapacita 25 ošetření denně	2
Modul ošetrovny L	, kapacita 50 ošetření denně	1
Modul lůžkový M	, kapacita 4 lůžka	4
Modul lůžkový L	, kapacita 9 lůžek	6
Modul operační L	, kapacita 10 operací denně	1
Modul technického zázemí L		1
GARÁŽ_2	, kapacita 3 ambulanční vozy	1

Stisknutím tlačítka dojde v tabulce k výpisu modulů, které budou obsaženy v sestavené nemocnici. Počet a typ modulů se řídí požadavkem na kapacitu lůžek nemocnice.

**3**

KAPACITA LŮŽEK:  POČET ZAMĚSTNANCŮ:

TÝDENNÍ KAPACITA OŠETŘOVEN:  POČET LÉKAŘŮ:

TÝDENNÍ KAPACITA OPERAČNÍCH SÁLŮ:  POČET ZDRAVOTNÍCH SESTER:

POČET AMBULANČNÍCH VOZŮ:

Hodnoty informací jsou vypočítány z předběžného návrhu skladby nemocnice.

Hodnoty se aktualizují tlačítkem "Zobrazit předběžný návrh"

Obr. 30: Popis prostředí „Zadávacího listu“. [vlastní zdroj]

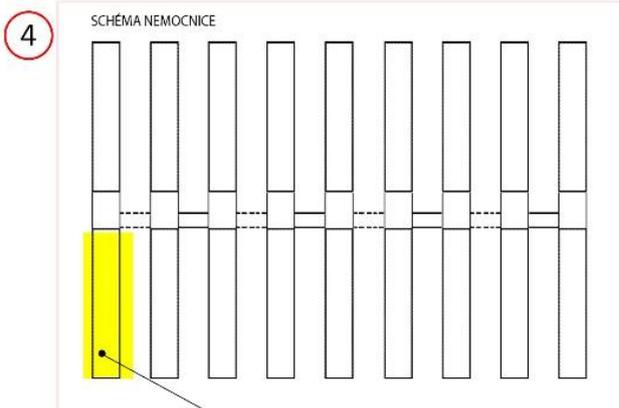
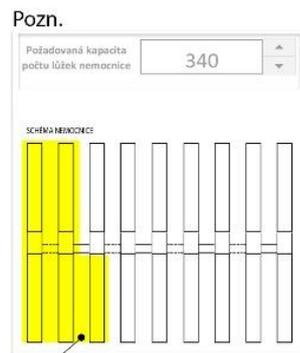


Schéma zobrazující půdorysný tvar nemocnice v závislosti na požadavku počtu lůžek. Žlutá barva podbarvuje výsledný tvar.



Při změně počtu lůžek v části "1" na např. 340 dojde k automatickému přebarvení schématu zobrazující tvar nemocnice.

5

Dodatečné požadavky na kapacitu a funkce nemocnice

Vymazání hodnot tabulky dodatečných požadavků

Vymaže hodnoty počtu modulů v tabulce.

Přidav. modul	Vložit do řady									Navýšena kapacita	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Modul ošetrovný M	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kapacita ošetření pacientů je zvýšena o 25 za den
Modul ošetrovný L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul operační M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul operační L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul porodnice	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul a psychiatrické péče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul psychologické péče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modul speciálního vybavení	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Informace o zvýšení kapacity nemocnice přidáním modulů.

Výpis modulů, které je možné dodatečně přidat do návrhu nemocnice.

V této části tabulky je možné definovat počet modulů, které se mají přidat do návrhu nemocnice. Sloupce 1-9 určují do které části nemocnice se modul přidá.

Obr. 31: Popis prostředí „Zadávacího listu“. [vlastní zdroj]

## 2.2.2 Zpracování logiky sestavení nemocnice a výpisu polohopisu skladebných modulů

Cílem této části práce je vytvořit výpis souřadnic umístění skladebných modulů a popsat princip výběru modulů sestavující nemocnici, které splňují definované požadavky na kapacitu nemocnice.

V listu „Informace o modulech“ je vypsán seznam všech zpracovaných skladebných modulů. Každý modul má uvedeny kapacitní informace vyplývající z architektonického návrhu. Informace jsou typu počtu zaměstnanců potřebných pro provoz modulu a kapacity služeb, které modul poskytuje. Tyto informace jsou propojeny s listem „Pracovní list“ a jsou využívány pro logiku sestavení nemocnice.

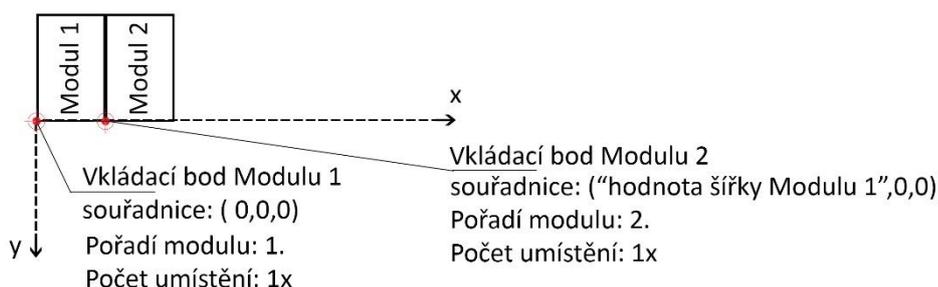
Název	KÓD	Šířka	Počet zaměstnanců celkem	Potřeba lékařů:	Potřeba sester:	Potřeba nezdrotvníků:
ADMINISTRACE - ZÁZEMÍ_1	ADMIN_ZAZEM_1		1	0	1	0
ZÁZEMÍ_2	ZAZEM_2		0			
PŘÍJEM	PRIJEM_2		0			
DENNÍMÍSTNOST_LÉKAŘI	DML		0			
JÍDELNA_1	JIDEL_1		1	0	0	1
JÍDELNA_2	JIDEL_2		3	0	0	3
JÍDELNA_3	JIDEL_3		4	0	0	4
OŠETROVNÁ_1	OSETR_1		2	1	1	
OŠETROVNÁ_2	OSETR_2		5	2	3	
LŮŽKA_1	LUZKA_1		0,65	0,15	0,5	
LŮŽKA_2	LUZKA_2		1,25	0,25	1	
OPERACNÍ_1	OPERAC_1		3	1	2	
OPERACNÍ_2	OPERAC_2		6	2	4	
TECHNICKÝ_1	TECH_1		0,5			0,5
TECHNICKÝ_2	TECH_2		1			1
GARAŽ_1	GARAŽ_1		0			
GARAŽ_2	GARAŽ_2		0			
SPEC_PORODNICE	S_POROD		3	1	2	
SPEC_LUŠNÍKRČNÍ	S_USKR		3	1	2	
SPEC_PSYCHOLOGIE	S_PSYCH		2	1	1	
DENNÍMÍSTNOST_PACIENTI	S_VYBAV		2	1	1	
PROPOJOVACÍ MODUL	PROPOJ		0			
SESTERNA_1	SESTERNA_1		0			
SESTERNA_2	SESTERNA_2		0			
ÚKLID	UKLID		1			

Obr. 32: List „Informace o modulech“. [vlastní zdroj]

Princip skládání nemocnice je vytvořený v listu „Pracovní list“.  
Každý skladebný modul má přidělené pořadové číslo (pozn. oblast 3 na Obr. 33).

Pořadové číslo značí, kolikátý bude daný modul umístěn v rámci zpracovávané části nemocnice. Hodnota pořadového čísla je volena tak, aby došlo k zajištění vhodných návazností jednotlivých provozů.

Každý modul má uvedenu svoji šířku (pozn. oblast 5 na Obr. 33).  
Pro získání souřadnic modulu dalšího pořadového čísla (Modulu 2) se přičítají hodnoty šířky Modulu 1 k souřadnici X Modulu 1. Moduly se tak řadí za sebe. (pozn. Znáznorněno na Obr. 32)



Obr. 33: Schéma řazení modulů. [vlastní zdroj]

Počet umístění (pozn. oblast 6 na Obr. 33) nebo neumístění modulu je rozhodnuto vztahem porovnávajícím kapacitu modulu, která je dána architektonickým návrhem a kapacitním požadavkem zadaného návrhu. Pokud požadavek není splněn, modul se neumístí. Umístí se modul s větší kapacitou splňující požadavek.

Příklad:

#### Jídelní modul

Zpracovány jsou 3 kapacitní varianty.

JÍDELNA\_1 ..... kapacita varny pro 25 lidí denně

JÍDELNA\_2 ..... kapacita varny pro 60 lidí denně

JÍDELNA\_3 ..... kapacita varny pro 100 lidí denně

- k výběru kapacitní varianty a umístění modulu dochází logickými vztahy:

Jídelna\_1

„počet zaměstnanců + počet lůžek obsluhující tato varna <= než denní kapacita varny Jídelny\_1“

Jídelna\_2

„počet zaměstnanců + počet lůžek obsluhující tato varna > než denní kapacita varny Jídelny\_1 a zároveň >= než kapacita Jídelny\_2“

Jídelna\_3

*„počet zaměstnanců + počet lůžek obsluhující tato varna > než denní kapacita varny Jídelny\_2 a zároveň >= než kapacita Jídelny\_3“*

*; pokud je podmínka splněna, modul se umístí*

*; pokud není podmínka splněna, modul se neumístí*

V případě, požadavku jídel pro například 42 lidí denně, dojde k následnému vyhodnocení:

JÍDELNA\_1 .... Umístění 0x

JÍDELNA\_2 .... Umístění 1x

JÍDELNA\_3 .... Umístění 0x

Při umístění modulu JÍDELNY\_2 1x, dochází zároveň k započtení počtu jeho personálu do rozhodování o umístění kapacitní varianty modulu zázemí zaměstnanců.

Tímto principem jsou zpracovány logické vztahy mezi všemi skladebnými moduly.

Po stisknutí tlačítka „GENEROVAT NEMOCNICE“ v zadávacím listu, dojde ke spuštění hlavního makra. Makro prochází tabulku skladebných modulů podle hodnot pořadového čísla. V případě že je u modulu uvedena nenulová hodnota počtu umístění, dojde k zápisu souřadnice do listu „Dynamo“. Pokud je hodnota nulová, modul se přeskočí a program pokračuje na modul s následujícím pořadovým číslem.

V případě sestavování nemocnice s větší kapacitou jak násobky 75 lůžek dochází k procházení dat z více tabulek.

Část nemocnice obsahující 75 lůžek, tedy tzv. „Modul nemocničního celku“, je skládán stejným principem procházení seznamu modulů podle pořadových čísel. Skládání modulů nemocničního celku dochází ze seznamu modulů s pevně stanoveným počtem jednotlivých skladebných modulů. Tabulky pro tyto moduly nemocničních celků jsou znázorněny na Obr.34. Tyto tabulky mají levou a pravou variantu. Pravá varianta Modulu nemocničního celku má opačné hodnoty pořadových čísel modulů. Dochází tím při skládání nemocnice směrem zleva doprava k zrcadlení Modulu nemocničního celku.

Část nemocnice se zbylým počtem lůžek je sestavena metodou rozhodování o počtu umístění modulů nebo neumístění jednotlivých skladebných modulů. (př. Požadavek 270 lůžek ->  $270 - (3 \cdot 75) = 45$  lůžek)

Zpracování podkladů, řazení modulů

DYNAMO

1 60 lůžek

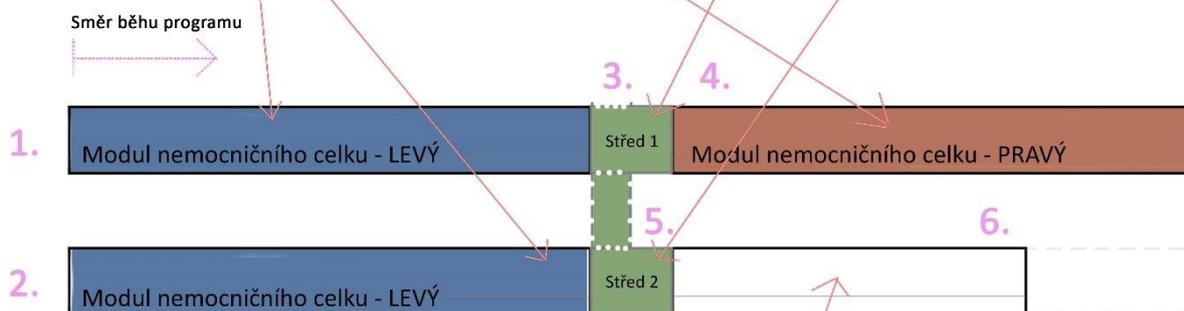
				délka mod.	Celkem mod.	Celkem lůžek					od počátku	95340	20000	0
řazení mod.	SEZNAM SKLADEBNÝCH MODULŮ	prog.kod	šířka	y	počet mod.	počet lůžek	zaměstnanců	pozn	pozn	Sloupec	Sloupec	Sloupec	Řádek	blok
19	ADMINISTRACE + ZÁZEMÍ_1	mod1	6120	0	0	0	0			B	ukládání	B	5 B5	
4	ZÁZEMÍ_2	mod2	6120	12240	2	0	0			G	ukládání	G	8 G8	
20	PŘÍJEM	mod3	4950	4950	1	0	0			I	ukládání	I	5 I5	
3	DENNÍMÍSTNOST_LÉKAŘI	mod4	4080	4080	1	0	0			q	ukládání	q	5 q5	
5	JIDELNA_1	mod5	2240	0	0	0	0			v	ukládání	v	6 v6	
6	JIDELNA_2	mod6	3680	0	0	0	0			aa	ukládání	aa	5 aa5	
7	JIDELNA_3	mod7	4880	4880	1	0	4			af	ukládání	af	6 af6	
14	OŠETŘOVNA_1	mod8	3680	3680	1	2	2			ak	ukládání	ak	7 ak7	
15	OŠETŘOVNA_2	mod9	3680	3680	1	5	5			ap	ukládání	ap	6 ap6	
9	LŮŽKA_1	mod10	3680	14720	4	16	2			au	ukládání	au	12 au12	
8	LŮŽKA_2	mod11	5380	26900	5	45	6			az	ukládání	az	12 az12	
21	OPERAČNÍ_1	mod12	6120	0	0	0	0			be	ukládání	be	6 be6	
22	OPERAČNÍ_2	mod13	9720	9720	1	6	6			bj	ukládání	bj	6 bj6	
23	TECHNICKÝ_1	mod14	1980	0	0	0	0			bo	ukládání	bo	6 bo6	
24	TECHNICKÝ_2	mod15	2980	2980	1	1	1			bt	ukládání	bt	6 bt6	
1	GARÁŽ_1	mod16	8640	0	0	0	0			by	ukládání	by	6 by6	
2	GARÁŽ_2	mod17	12240	12240	1	0	0			cd	ukládání	cd	6 cd6	
16	SPEC_PORODNICE	mod18	9760	0	0	0	0			ci	ukládání	ci	5 ci5	
17	SPEC_UŠNÍ_KRČNÍ	mod19	6080	0	0	0	0			cn	ukládání	cn	5 cn5	
18	SPEC_PSYCHOLOGIE	mod20	6080	0	0	0	0			cs	ukládání	cs	5 cs5	
10	DENNÍMÍSTNOST_PACIENTI	mod21	3680	3680	1	0	0			cx	ukládání	cx	6 cx6	
25	PROPOJOVACÍ MODUL	mod22	4800	0	0	0	0			dc	ukládání	dc	5 dc5	
11	SESTERNA_1	mod23	3680	3680	1	0	0			dh	ukládání	dh	5 dh5	
12	SESTERNA_2	mod24	5380	0	0	0	0			dm	ukládání	dm	5 dm5	
13	ÚKLID	mod25	2480	2480	1	0	0			dr	ukládání	dr	5 dr5	
						61	26							

3      4      5      6      7      8      9

- 1 Vyznačená buňka přebírá hodnotu počtu lůžek z listu "Zadávací list".  
Hodnota je snížena o 75 x počet Modulů nemocničních celků.
- 2 Seznam skladebných modulů pro návrh objektu. Množství modulů v seznamu je možné rozšiřovat.
- 3 Vyznačené hodnoty udávají pořadí sestavování modulů od počátku souřadného systému.  
Pokud má modul v části "6" hodnotu 0, modul se při skládání nemocnice vynechá.
- 4 Zkrácené názvy skladebných modulů.
- 5 Šířka BIM modelu skladebného modulu.
- 6 V oblasti 6 probíhá vyhodnocení počtu skladebných modulů v závislosti na počtu lůžek.
- 7 Počet lůžek z umístěných lůžkových modulů.
- 8 Počet zaměstnanců části nemocnice. Z této hodnoty je rozhodnuto jaký modul a počet zázemí je potřeba umístit do návrhu.
- 9 Pole dat určující oblast zápisu souřadnic modulů.

Obr. 34: Popis tabulky zpracovávající vyhodnocení počtu umístění nebo neumístění konkrétních modulů do návrhu nemocnice.

L 75			P 75			Střed 1			Střed 2			Střed 3		
AN13AN37 = blok			AR13AR37 = blok			AV13AV37 = blok			AZ13AZ37 = blok			BD13BD37 = blok		
19	ADMINISTRACE + ZÁZEMÍ_1	0	6	ADMINISTRACE + ZÁZEMÍ_1	0	16	MINISTRACE + ZÁZEMÍ	0	16	MINISTRACE + ZÁZEMÍ	0	16	MINISTRACE + ZÁZEMÍ	0
4	ZÁZEMÍ_2	2	21	ZÁZEMÍ_2	2	10	ZÁZEMÍ_2	0	10	ZÁZEMÍ_2	0	10	ZÁZEMÍ_2	0
20	PŘÍJEM	1	5	PŘÍJEM	1	11	PŘÍJEM	0	11	PŘÍJEM	0	11	PŘÍJEM	0
3	DENNÍMÍSTNOST_LÉKÁŘI	1	22	DENNÍMÍSTNOST_LÉKÁŘI	1	12	DENNÍMÍSTNOST_LÉKÁŘI	0	12	DENNÍMÍSTNOST_LÉKÁŘI	0	12	DENNÍMÍSTNOST_LÉKÁŘI	0
5	JIDELNA_1	0	20	JIDELNA_1	0	13	JIDELNA_1	0	13	JIDELNA_1	0	13	JIDELNA_1	0
6	JIDELNA_2	0	19	JIDELNA_2	0	14	JIDELNA_2	0	14	JIDELNA_2	0	14	JIDELNA_2	0
7	JIDELNA_3	1	18	JIDELNA_3	1	15	JIDELNA_3	0	15	JIDELNA_3	0	15	JIDELNA_3	0
14	OŠETŘOVNA_1	1	11	OŠETŘOVNA_1	1	2	OŠETŘOVNA_1	0	2	OŠETŘOVNA_1	0	2	OŠETŘOVNA_1	0
15	OŠETŘOVNA_2	2	10	OŠETŘOVNA_2	2	3	OŠETŘOVNA_2	0	3	OŠETŘOVNA_2	0	3	OŠETŘOVNA_2	0
9	LŮŽKA_1	3	16	LŮŽKA_1	3	17	LŮŽKA_1	0	17	LŮŽKA_1	0	17	LŮŽKA_1	0
8	LŮŽKA_2	7	17	LŮŽKA_2	7	18	LŮŽKA_2	0	18	LŮŽKA_2	0	18	LŮŽKA_2	0
21	OPERAČNÍ_1	0	4	OPERAČNÍ_1	0	4	OPERAČNÍ_1	0	4	OPERAČNÍ_1	0	4	OPERAČNÍ_1	0
22	OPERAČNÍ_2	1	3	OPERAČNÍ_2	1	5	OPERAČNÍ_2	0	5	OPERAČNÍ_2	0	5	OPERAČNÍ_2	0
23	TECHNICKÝ_1	0	2	TECHNICKÝ_1	0	19	TECHNICKÝ_1	0	19	TECHNICKÝ_1	0	19	TECHNICKÝ_1	0
24	TECHNICKÝ_2	1	1	TECHNICKÝ_2	1	20	TECHNICKÝ_2	0	20	TECHNICKÝ_2	0	20	TECHNICKÝ_2	0
1	GARÁŽ_1	0	24	GARÁŽ_1	0	21	GARÁŽ_1	0	21	GARÁŽ_1	0	21	GARÁŽ_1	0
2	GARÁŽ_2	1	23	GARÁŽ_2	1	22	GARÁŽ_2	0	22	GARÁŽ_2	0	22	GARÁŽ_2	0
16	SPEC_PORODNICE	0	9	SPEC_PORODNICE	0	6	SPEC_PORODNICE	0	6	SPEC_PORODNICE	0	6	SPEC_PORODNICE	0
17	SPEC_USNĀKRČNÍ	0	8	SPEC_USNĀKRČNÍ	0	7	SPEC_USNĀKRČNÍ	0	7	SPEC_USNĀKRČNÍ	0	7	SPEC_USNĀKRČNÍ	0
18	SPEC_PSYCHOLOGIE	0	7	SPEC_PSYCHOLOGIE	0	8	SPEC_PSYCHOLOGIE	0	8	SPEC_PSYCHOLOGIE	0	8	SPEC_PSYCHOLOGIE	0
10	DENNÍMÍSTNOST_PACIENTI	1	15	DENNÍMÍSTNOST_PACIENTI	1	9	DENNÍMÍSTNOST_PACIENTI	1	9	DENNÍMÍSTNOST_PACIENTI	1	9	DENNÍMÍSTNOST_PACIENTI	1
25	PROPOJOVACÍ MODUL	0	0	PROPOJOVACÍ MODUL	0	1	PROPOJOVACÍ MODUL	1	1	PROPOJOVACÍ MODUL	1	1	PROPOJOVACÍ MODUL	1
11	SESTERNA_1	1	14	SESTERNA_1	1	23	SESTERNA_1	0	23	SESTERNA_1	0	23	SESTERNA_1	0
12	SESTERNA_2	0	13	SESTERNA_2	0	24	SESTERNA_2	0	24	SESTERNA_2	0	24	SESTERNA_2	0
13	UKLID	1	12	UKLID	1	25	UKLID	0	25	UKLID	0	25	UKLID	0



Počet lůžek této části

DYNAMO

Zpracování podkladů, rozložení modulů

60 pacientů

Modul stavběnice	prog.kod	šířka	y	počet mod.	počet lůžek	zaměstnanost	pozn	pozn	šloupec	šloupec	řádek	blok
19	ADMINISTRACE + ZÁZEMÍ_1	mod1	6120	0	0	0	0	0	B	ukládání	B	3 B5
4	ZÁZEMÍ_2	mod2	6120	1240	2	0	0	0	G	ukládání	G	8 G8
20	PŘÍJEM	mod3	4950	0	0	0	0	0	I	ukládání	I	5 I5
3	DENNÍMÍSTNOST_LÉKÁŘI	mod4	4080	4080	1	0	0	0	Q	ukládání	Q	5 Q5
5	JIDELNA_1	mod5	2240	0	0	0	0	0	V	ukládání	V	6 V6
6	JIDELNA_2	mod6	3680	0	0	0	0	0	AA	ukládání	AA	5 AA5
7	JIDELNA_3	mod7	4800	4800	1	4	4	4	AF	ukládání	AF	6 AF6
14	OŠETŘOVNA_1	mod8	3680	3680	1	2	2	2	AK	ukládání	AK	7 AK7
15	OŠETŘOVNA_2	mod9	3680	3680	1	3	3	3	AP	ukládání	AP	6 AP6
8	LŮŽKA_1	mod10	3680	1470	4	16	2	2	AV	ukládání	AV	17 AV17
9	LŮŽKA_2	mod11	5380	2900	5	45	6	6	AZ	ukládání	AZ	12 AZ12
21	OPERAČNÍ_1	mod12	6120	0	0	0	0	0	BE	ukládání	BE	6 BE6
22	OPERAČNÍ_2	mod13	9720	9720	1	6	6	6	BJ	ukládání	BJ	8 BJ8
23	TECHNICKÝ_1	mod14	1980	0	0	0	0	0	BO	ukládání	BO	6 BO6
24	TECHNICKÝ_2	mod15	2980	2980	1	1	1	1	BE	ukládání	BE	6 BE6
1	GARÁŽ_1	mod16	8640	0	0	0	0	0	BY	ukládání	BY	6 BY6
2	GARÁŽ_2	mod17	12240	12240	1	0	0	0	CD	ukládání	CD	6 CD6
16	SPEC_PORODNICE	mod18	9760	0	0	0	0	0	CI	ukládání	CI	5 CI5
17	SPEC_USNĀKRČNÍ	mod19	6080	0	0	0	0	0	CN	ukládání	CN	5 CN5
18	SPEC_PSYCHOLOGIE	mod20	6080	0	0	0	0	0	CS	ukládání	CS	5 CS5
10	DENNÍMÍSTNOST_PACIENTI	mod21	3680	3680	1	0	0	0	CX	ukládání	CX	6 CX6
25	PROPOJOVACÍ MODUL	mod22	4800	0	0	0	0	0	DE	ukládání	DE	5 DE5
11	SESTERNA_1	mod23	3680	3680	1	0	0	0	DM	ukládání	DM	5 DM5
12	SESTERNA_2	mod24	5380	0	0	0	0	0	DN	ukládání	DN	5 DN5
13	UKLID	mod25	2480	2480	1	0	0	0	DR	ukládání	DR	5 DR5

Obr. 35: Schéma průběhu programu. Fialové pořadové číslice značí postup čtení tabulek a skládání částí nemocnice. [vlastní zdroj]

Tabulky pro levý a pravý modul nemocničního celku jsou šablonami se zapsanými hodnotami.

Hodnoty počtu modulů v tabulkách pro středovou část jsou definovány ze Zadávacího listu. Hodnoty se vyplňují v části dodatečného přidání modulů k předběžnému návrhu.

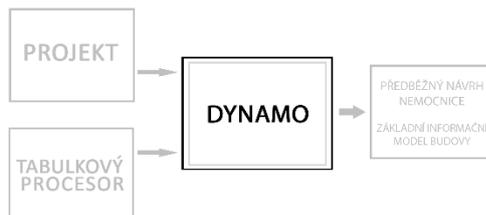
Po dokončení průběhu programu jsou v listu „Dynamo“ vygenerovány souřadnice modulů. Tato data budou zpracována v nástroji Dynamo a budou použita k umístění informačních modelů modulů do projektu zpracovávaném v Revitu.

XLS_PROJEKT_data.xls1 [nejím kompatibilit] - Excel															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2		1													
3		ADMINISTRACE + ZÁZEMÍ_1	ZÁZEMÍ_2	PŘÍJEM	VNÍMĚLNOST_LÉK	JÍDELNA_1	JÍDELNA_2	JÍDELNA_3	OŠETŘOVNA_1	OŠETŘOVNA_2	LŮŽKA_1	LŮŽKA_2	OPERAČNÍ_1	OPERAČNÍ_2	TECHNICKÝ_1
4			0,0				6120,0000,0	12240,00	17120,00	20800,00	24480,00	35520,00	38960,20000,0	73180,00	45080,20000,0
5			6120,00					17740,00	95340,00	169780,00	28160,00	40900,00		111360,00	
6			18320,00						173460,00	3800,20000,0	11840,00	46280,00			
7			188140,00								158740,00	51660,00			
8			0,20000,0								162420,00	57040,00			
9											166100,00	62420,00			
10											13480,20000,0	6780,00			
11											17160,20000,0	121080,00			
12											20840,20000,0	126480,00			
13											24520,20000,0	131840,00			
14												137220,00			
15												142600,00			
16												147980,00			
17												153360,00			
18												23300,20000,0			
19												33580,20000,0			

Obr. 36: Výpis souřadnic pro umístění informačních modelů modulů nemocnice. Zpracování těchto dat probíhá v prostředí Dynamo. [vlastní zdroj]

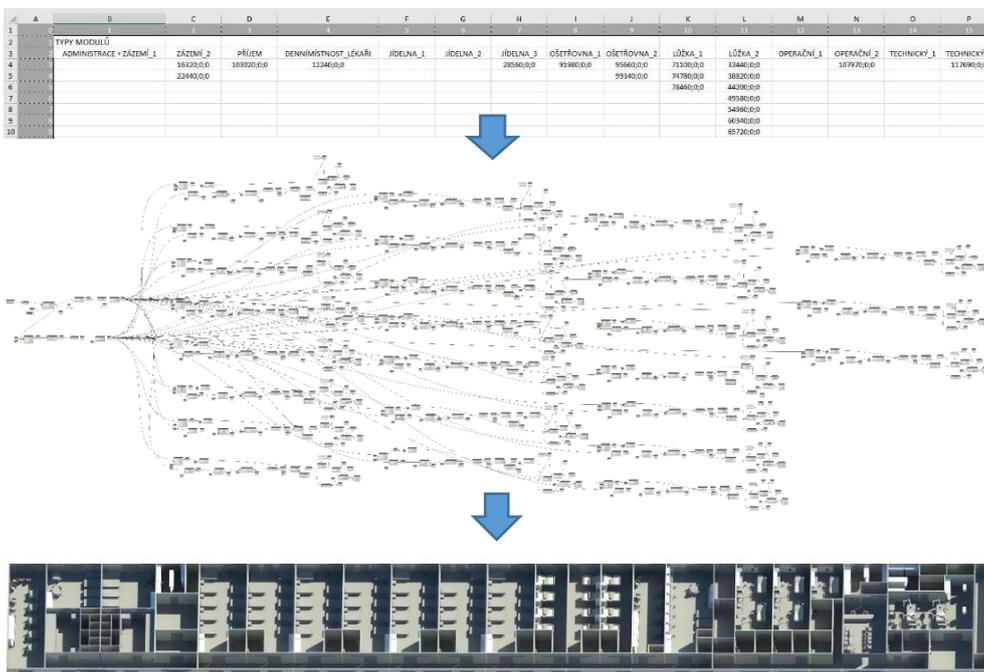
## 2.3 Část „Dynamo“

### Propojení dat a sestavení informačního modelu budovy



Obr. 37: Schéma popisované části diplomové práce. [vlastní zdroj]

Stěžejní částí této diplomové práce je část „Dynamo“. Zpracováním algoritmu pomocí vizuálního programování v nástroji Dynamo je dosaženo propojení dat mezi systémem informačního modelování budov (Autodesk Revit) a externího zdroje dat z tabulkového procesoru (MS Excel). Toto propojení umožňuje na základě dat vytvářených v MS Excel upravovat nebo vytvářet informační model budovy. Tato docílená funkce je využita pro automatizované seskládání částí modulární polní nemocnice a vytvoření informačního modelu budovy v BIM systému Autodesk Revit.



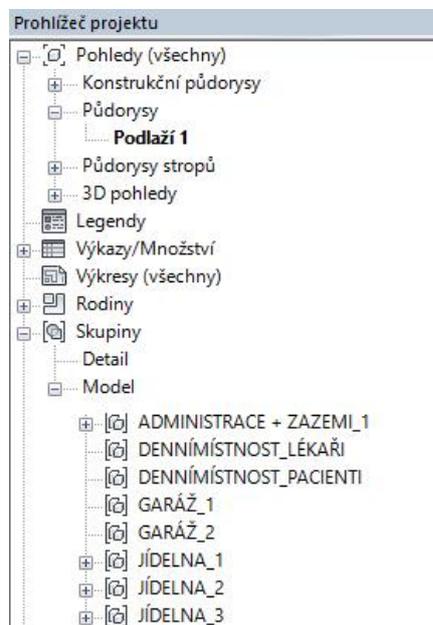
Obr. 38: Schéma automatizovaného sestavení informačního modelu. Datový podklad MS Excel → Dynamo skript → Informační model v Revit. [vlastní zdroj]

### 2.3.1 Princip sestavení informačního modelu budovy

Pro automatizované vytvoření informačního modelu budovy polní nemocnice byl vytvořen soubor projektu Revitu.

Tento projekt obsahuje nahrané modely všech skladebných modulů. Modely byly přidány do skupin a pojmenovány totožně s názvem modulu definovaným v listu Dynamo v tabulkovém procesoru.

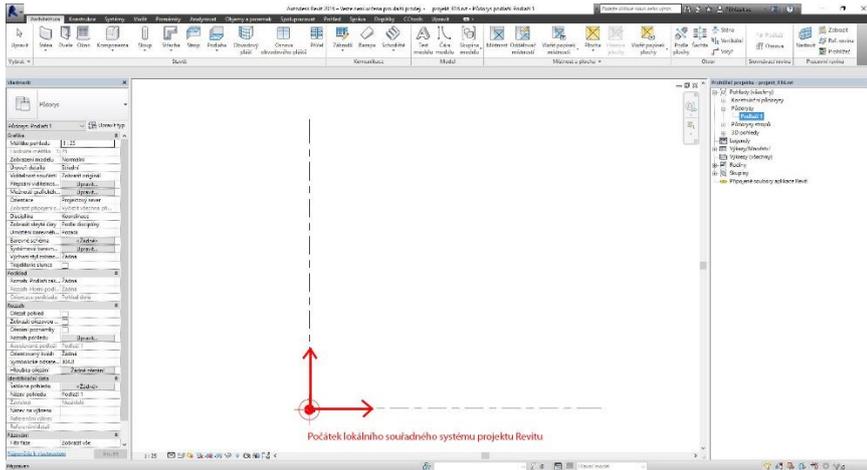
V tabulkovém procesoru dojde k vytvoření dat (Obr. 39), které slouží jako souřadnice pro umístění každého skladebného modulu použitého pro návrh nemocnice. Tyto data spolu s názvy skladebných modulů načítá Dynamo skript. Dynamo skript rozliší, že data v Excelu jsou souřadnicemi projektu a na základě automaticky převzatých názvů skladebných modulů vybere požadovanou skupinu modelu a umístí ji na zadané souřadnice.



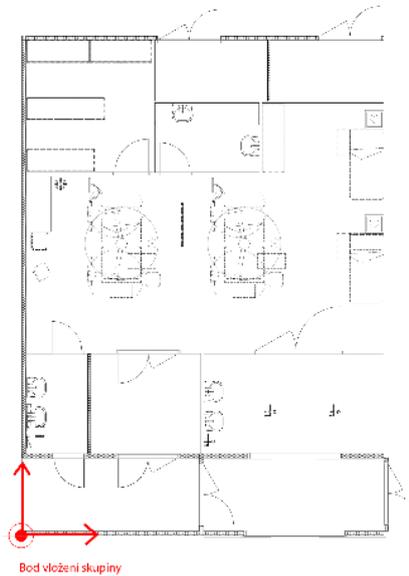
Obr. 39: Modely skladebných modulů přidanych do skupin.  
[vlastní zdroj]

	A	B	C
1	0	1	2
2	1	TYPY MODULŮ	
3	2	ADMINISTRACE + ZÁZEMÍ_1	ZÁZEMÍ_2
4	3	0;0;0	
5	4		
6	5		
7	6		
8	7		
9	8		
10	9		

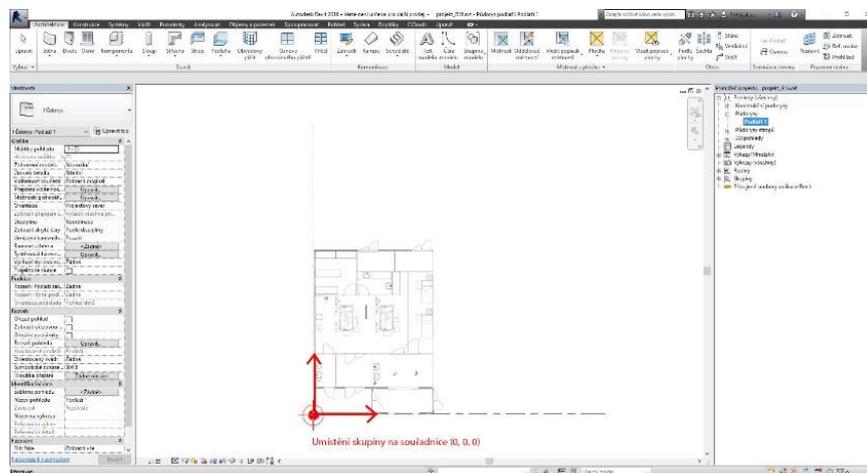
Obr. 40: Souřadnice modulů v MS Excel.  
[vlastní zdroj]



Obr. 41: Vyznačení souřadného systému Projektu Revitu. [vlastní zdroj]



Obr. 42: Vyznačení vkládacího bodu skupiny modelu. [vlastní zdroj]



Obr. 43: Ukázka umístění skupiny modelu do počátku souřadného systému. [vlastní zdroj]

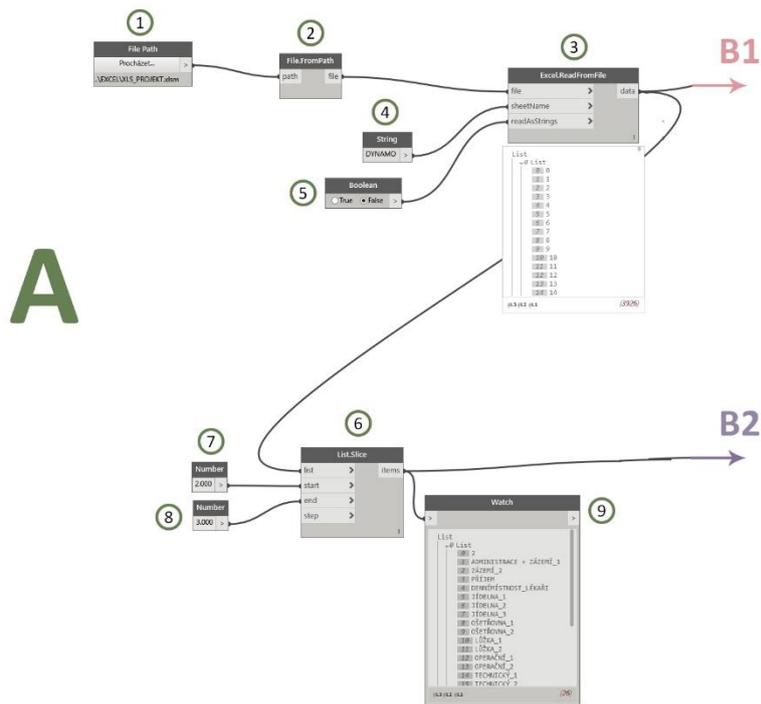
### 2.3.2 Popis základní větve Dynamo skriptu

Z komplexního Dynamo skriptu obsluhující celé sestavení informačního modelu je vybrána základní větev. Tato větev umísťuje jednu skupinu modelu do projektu.



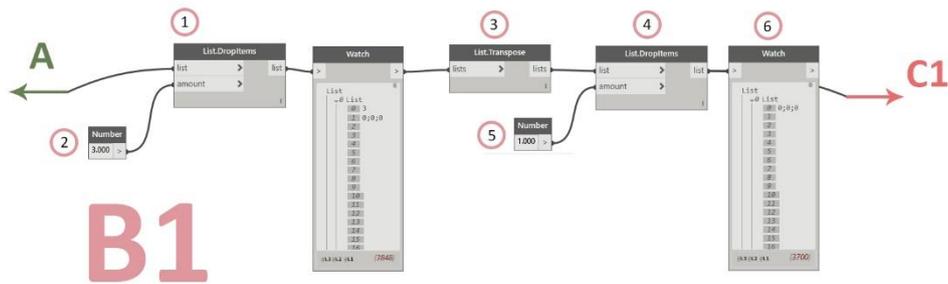
Obr. 44: Dynamo skript. Vyznačení základní větve skriptu. [vlastní zdroj]

Podrobný rozpis dílčích úkonů v základní větvi Dynamo skriptu.



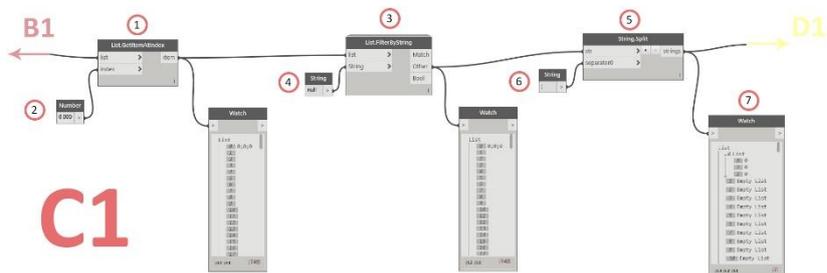
Obr. 45: Výřez A ze základní větvi Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]

- 1- Uzel definuje cestu ke zdrojovému souboru dat
- 2- Přístup k souboru dle uvedené cesty
- 3- Uzel umožňující číst data z Excelu
- 4- Název listu Excelu pro čtení
- 5- Nečíst jako Strings
- 6- Uzel vybírá hodnoty z listu Excelu
- 7- Definuje začátek dat jako řádek 2
- 8- Definuje konec dat jako řádek 3
- 9- Výpis načtených dat



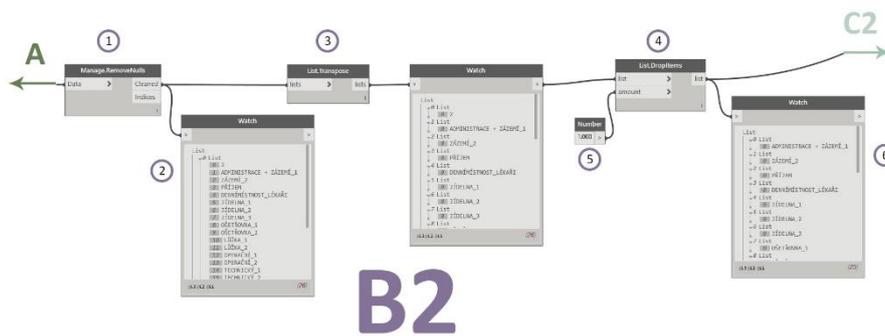
Obr. 46: Výřez B1 ze základní větve Dynamo skriptu [vlastní zdroj]

- 1- Uzel odebírá řádky hodnot z listu Excelu
- 2- Definuje počet
- 3- Transpozice dat
- 4- Uzel odebírá řádky hodnot z listu Excelu
- 5- Definuje počet
- 6- Výpis načtených dat



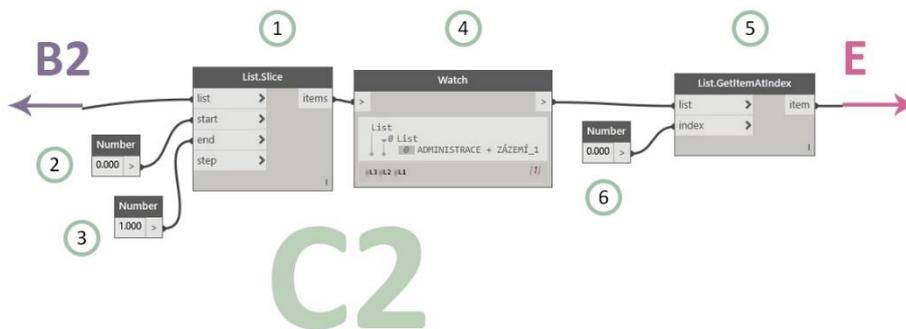
Obr. 47: Výřez C1 ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]

- 1- Získej hodnotu s indexem
- 2- Index s hodnotou 0
- 3- Filtr seznamu listu podle hodnoty String
- 4- Pole prázdných hodnot
- 5- Definuje počet
- 6- Definovaný separátor
- 7- Výpis hodnot



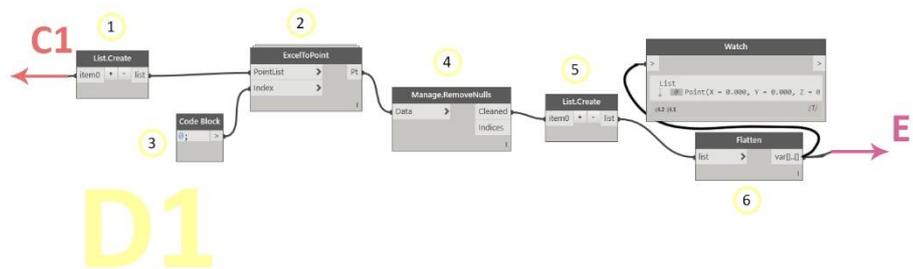
Obr. 48: Výřez B2 ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]

- 1- Z rozsahu odeber nuly
- 2- Výpis načtených dat
- 3- Transpozice dat
- 4- Uzel odebírá řádky hodnot z listu Excelu
- 5- Definuje počet
- 6- Výpis načtených dat



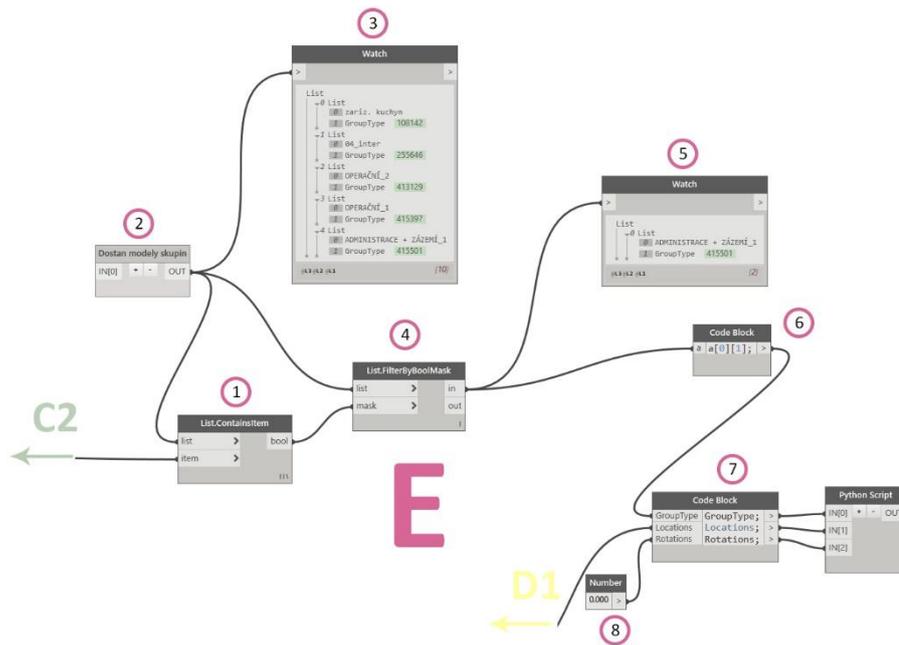
Obr. 49: Výřez C2 ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]

- 1- Uzel vybírá hodnoty z listu Excelu
- 2- Hodnota počátku výřezu
- 3- Hodnota konce výřezu
- 4- Uzel odebírá řádky hodnot z listu Excelu
- 5- Definuje počet
- 6- Výpis načtených dat



Obr. 50: Výřez D1 ze základní větve Dynamo skriptu. [vlastní zdroj]

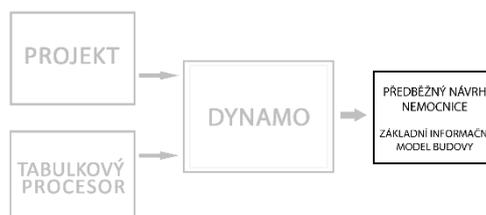
- 1- Seznam hodnot
- 2- Bod z hodnoty Excelu
- 3- Zadaná hodnota
- 4- Maže prázdné hodnoty v listu
- 5- Vytváří list
- 6- Mění hloubku struktury dat v listu



Obr. 51: Výřez E ze základní větve Dynamo skriptu [vlastní zdroj]

- 1- Položka názvu skladebného modulu je obsažena v Listu, ano/ne
- 2- Uzel, který načítá data skupin z projektu
- 3- Výpis skupin k dispozici z projektu
- 4- Vybírá odpovídající položky
- 5- Kontrola správnosti vybraných položek pro zpracování
- 6- Trasovač hodnot 0, 1
- 7- Nod zpracovaný v Python, umístí typ skupiny na souřadnice do projektu
- 8- Hodnota otočení skupiny při vložení do projektu

### 3. Presentace automatizovaného předběžného návrhu modulární nemocnice a vytvoření informačního modelu



Obr. 52: Schéma popisované části diplomové práce. [vlastní zdroj]

V této části práce je na konkrétním případu znázorněn postup návrhu objektu automatizovanou metodou spolu s vytvořením BIM modelu.

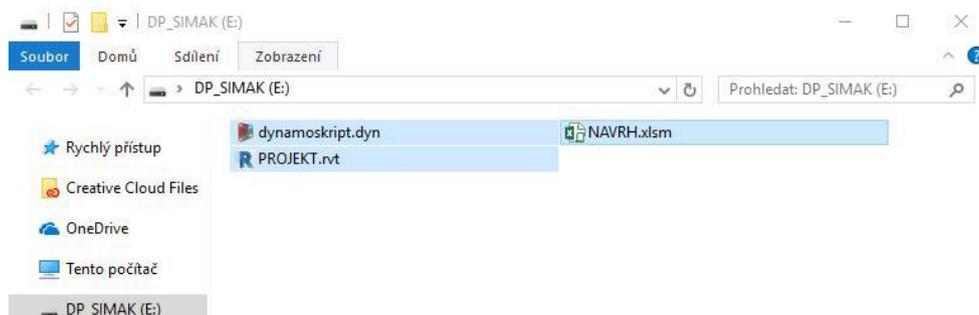
#### ZADÁNÍ PRO NÁVRH

Základní kapacitní podmínky pro návrh polní nemocnice:

Kapacita nemocničních lůžek:	<b>400</b>
Kapacita provedených operací za týden:	<b>350</b>
Kapacita ošetření pacientů za týden:	<b>3600</b>

Přenosné datové zařízení s projektem sloužící pro automatizovaný návrh obsahuje tři soubory. NAVRH.xlsm; PROJEKT.rvt a dynamoskript.dyn. Soubor dynamoskript.dyn využívá pevně definované cesty k souboru NAVRH.xlsm. V případě změny umístění souborů návrhu v počítači nebo na přenosném zařízení, dojde ke ztrátě funkcionality skriptu.

Pro definování kapacitních požadavků návrhu bude spuštěn soubor NAVRH.xlsm.



Obr. 53: Soubory potřebné pro automatizovaný návrh a vytvoření BIM modelu. [vlastní zdroj]

## KROK 1. - spuštění souboru NAVRH.xlsm

V uživatelském prostředí budou vyplněny, podle zvýrazněných červených čísel na obrázku č. 54, kroky definující návrh objektu.

### AUTOMATIZOVANÝ PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH MODULÁRNÍ NEMOCNICE

1 Požadovaná kapacita  početů lůžek nemocnice

2

### VÝPIS MODULŮ PŘEDBĚŽNÉHO NÁVRHU KOMPLEXU NEMOCNICE

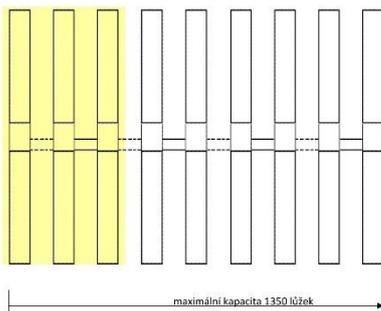
Název modulu	Kapacitní údaje o modulu	počet modulů
ADMINISTRACE + ZÁZEMÍ_1	, kapacita zázemí 6 zaměstnanců	1
ZÁZEMÍ_2	, kapacita zázemí 16 zaměstnanců	10
JÍDELNA_2	, kapacita varny do 60 strážníků denně	1
JÍDELNA_3	, kapacita varny do 100 strážníků denně	5
OŠETŘOVNA_1	, kapacita 25 ošetření denně	6
OŠETŘOVNA_2	, kapacita 50 ošetření denně	5
LŮŽKA_1	, kapacita 4 lůžka	19
LŮŽKA_2	, kapacita 9 lůžek	36
OPERAČNÍ_1	, kapacita 5 operací denně	1
OPERAČNÍ_2	, kapacita 10 operací denně	5
TECHNICKÝ_1		1
TECHNICKÝ_2		5
GARÁŽ_1	, kapacita 2 ambulanční vozy	1
GARÁŽ_2	, kapacita 3 ambulanční vozy	5
PROPOJOVACÍ MODUL		3
SESTERNA_1		1



ilustrace modulární nemocnice.

KAPACITA LŮŽEK NÁVRHU	<input type="text" value="400"/>	3	POČET ZAMĚSTNANCŮ	<input type="text" value="155"/>
TÝDENNÍ KAPACITA OŠETŘOVEN	<input type="text" value="2800"/>		POČET LÉKAŘŮ	<input type="text" value="38"/>
TÝDENNÍ KAPACITA OPERAČNÍCH SÁLŮ	<input type="text" value="385"/>		POČET ZDRAVOTNÍCH SESTER	<input type="text" value="89"/>
DENNÍ KAPACITA OŠETŘOVEN	<input type="text" value="400"/>		POČET AMBULANČNÍCH VOZŮ	<input type="text" value="17"/>
DENNÍ KAPACITA OPERAČNÍCH SÁLŮ	<input type="text" value="55"/>			

### SCHEMA NEMOCNICE



### Dodatečné požadavky na kapacitu a funkce nemocnice

Vymazání hodnot tabulky dodatečných požadavků

Přídav. modul	Vložit do řady								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Modul ošetrovny M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Modul ošetrovny L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPERAČNÍ_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPERAČNÍ_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPEC_PORODNICE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPEC_UŠNÍ,KRČNÍ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPEC_PSYCHOLOGIE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Denní místnost	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aktivní středový modul									

Obr. 54: Uživatelské prostředí. Určení kapacity navrhovaného objektu. [vlastní zdroj]

- 1 – Zadání požadované hodnoty počtu nemocničních lůžek.
- 2 – Stisknutí tlačítka „Zobrazit předběžný návrh“.
- 3 – Kontrola hodnot kapacity nemocnice s požadovanými hodnotami.

V návrhu nedostačuje kapacita ošetření pacientů. Požadavek je 3600 pacientů/týden. V návrhu je aktuálně kapacita 2800 pacientů/týden.

AUTOMATIZOVANÝ PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH MODULÁRNÍ NEMOCNICE

Požadovaná kapacita počtu lůžek nemocnice  GENEROVAT NEMOCNICI 4



Ilustrace modulární nemocnice.

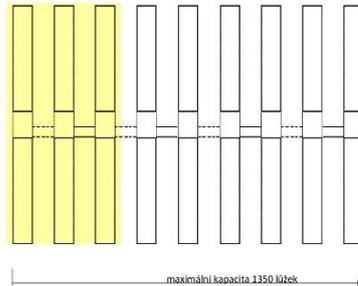
ZOBRAZIT PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH 2

VÝPIS MODULŮ PŘEDBĚŽNÉHO NÁVRHU KOMPLEXU NEMOCNICE

Název modulu	Kapacitní údaje o modulu	počet modulů
ADMINISTRACE = ZÁZEMÍ_1	, kapacita zázemí 6 zaměstnanců	1
ZÁZEMÍ_2	, kapacita zázemí 16 zaměstnanců	10
JIDELNA_2	, kapacita varny do 60 strávků denně	1
JIDELNA_3	, kapacita varny do 100 strávků denně	5
OŠETROVNA_1	, kapacita 25 ošetření denně	7
OŠETROVNA_2	, kapacita 50 ošetření denně	7
LŮŽKA_1	, kapacita 4 lůžka	19
LŮŽKA_2	, kapacita 9 lůžek	36
OPERAČNÍ_1	, kapacita 5 operací denně	1
OPERAČNÍ_2	, kapacita 10 operací denně	5
TECHNICKÝ_1		1
TECHNICKÝ_2		5
GARAŽ_1	, kapacita 2 ambulanční vozy	1
GARAŽ_2	, kapacita 3 ambulanční vozy	5
PROFIOJACÍVACÍ MODUL		3
SESTERNA_1		1

KAPACITA LŮŽEK NÁVRHU	400	POČET ZAMĚSTNANCŮ	167
TÝDENNÍ KAPACITA OŠETŘOVEN	367,5	POČET LÉKAŘŮ	43
TÝDENNÍ KAPACITA OPERAČNÍCH SÁLŮ	385	POČET ZDRAVOTNÍCH SESTER	96
DENNÍ KAPACITA OŠETŘOVEN	52,5	POČET AMBULANČNÍCH VOZŮ	17
DENNÍ KAPACITA OPERAČNÍCH SÁLŮ	55		

SCHÉMA NEMOCNICE



Dodatečné požadavky na kapacitu a funkce nemocnice

Vymazání hodnot tabulky dodatečných požadavků

Přídáv. modul	Vložit do řady								Navýšena kapacita	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Modul ošetřovny M	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Kapacita ošetření pacientů je zvýšena o 25 za den
Modul ošetřovny L	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Kapacita ošetření pacientů je zvýšena o 100 za den
OPERAČNÍ_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OPERAČNÍ_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SPEC_PORODNICE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SPEC_UŠNÍ_KRČNÍ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SPEC_PSYCHOLOGIE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Denní místnost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aktivní středový modul										

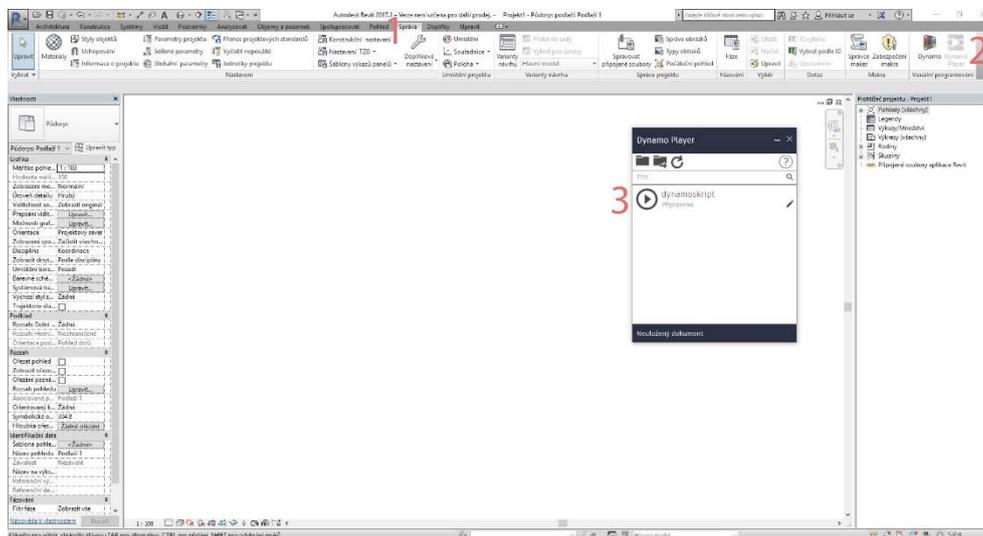
Obr. 55: Uživatelské prostředí. Určení kapacity navrhovaného objektu s dodatečným navýšením počtu skladebných modulů. [vlastní zdroj]

- 1- Zvýšení kapacity ošetřoven přidáním počtu modulů. Přidání ošetřovny L do první a druhé řady nemocnice a méně kapacitní ošetřovny M do třetí řady nemocnice.
- 2- Stisknutí tlačítka „Zobrazit předběžný návrh“ pro přepočítání kapacitních hodnot.
- 3- Navýšené hodnoty kapacity nemocnice.
- 4- Stisknutím tlačítka „Generovat nemocnici“, potvrdíme návrh a dojde k vygenerování dat pro sestavení nemocnice.

Soubor NAVRH.xlsm se po stisknutí tlačítka „Generovat nemocnici“ automaticky uloží a je možné soubor ukončit.

## KROK 2. - spuštění souboru PROJEKT.rvt

### VARIANTA 1: Spuštění automatizovaného návrhu v prostředí Revit 2017.1.

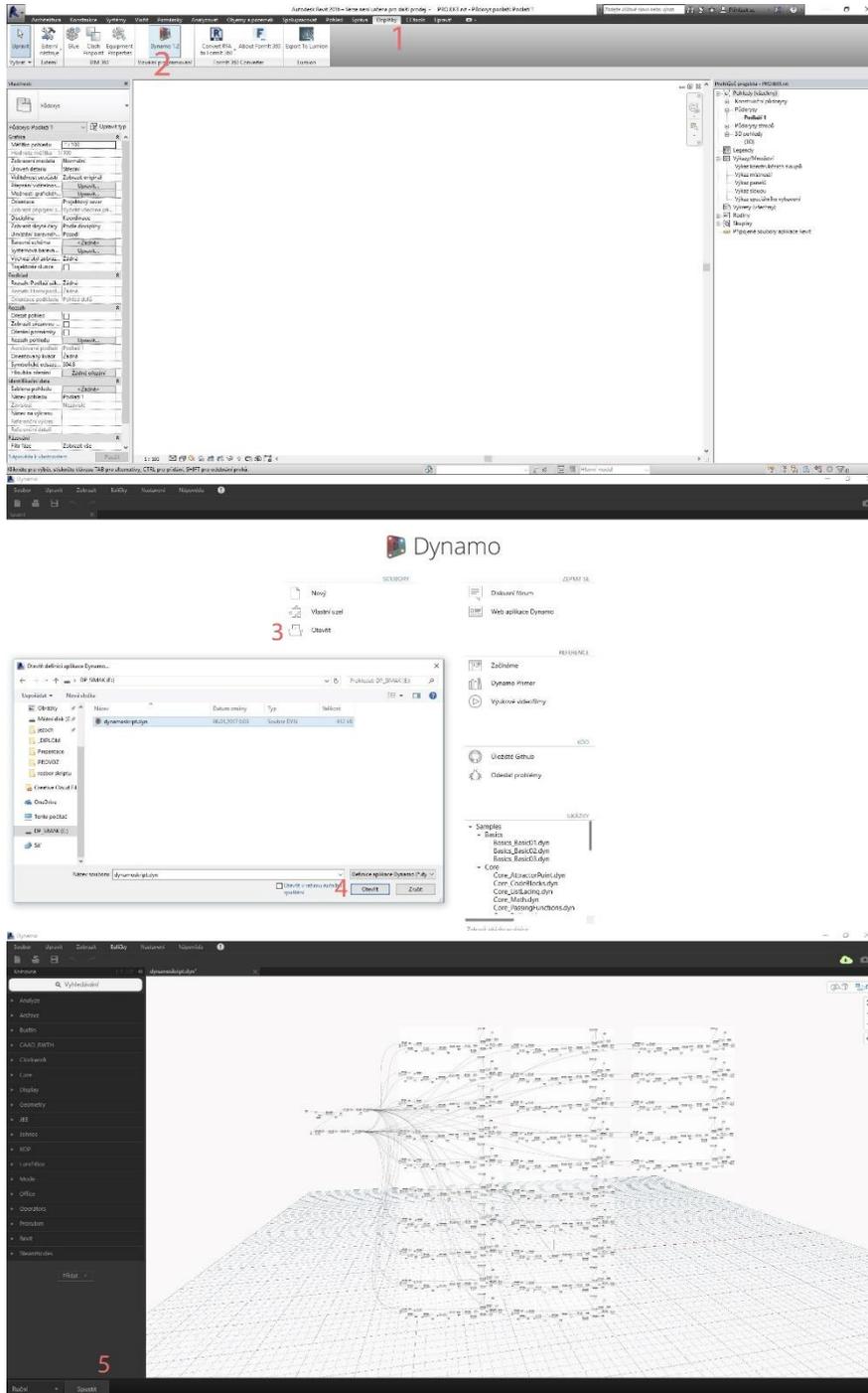


Obr. 5: Spuštění automatizovaného návrhu v prostředí Revit 2017.1. [vlastní zdroj]

- 1- Zvolit záložku „Správa“
- 2- Spustit „Dynamo Player“
- 3- Spustit „dynamoskript“

## VARIANTA 2: Spuštění automatizovaného návrhu v prostředí Revit 2016 a starších verzích.

Pozn. Pro Revit 2016 a starší verze je nutno doinstalovat doplněk Dynamo.

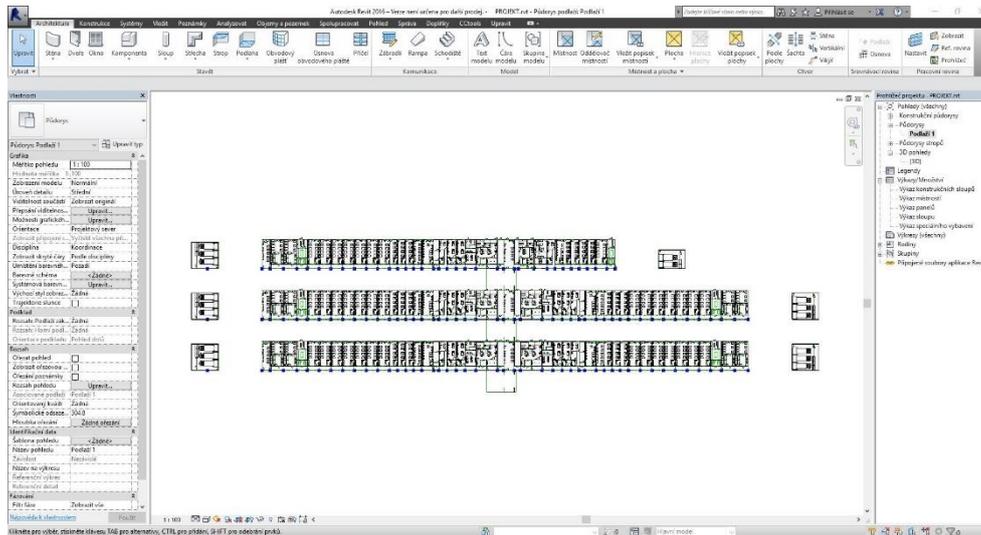


Obr. 57: Spuštění automatizovaného návrhu v prostředí Revit 2016 a starší. [vlastní zdroj]

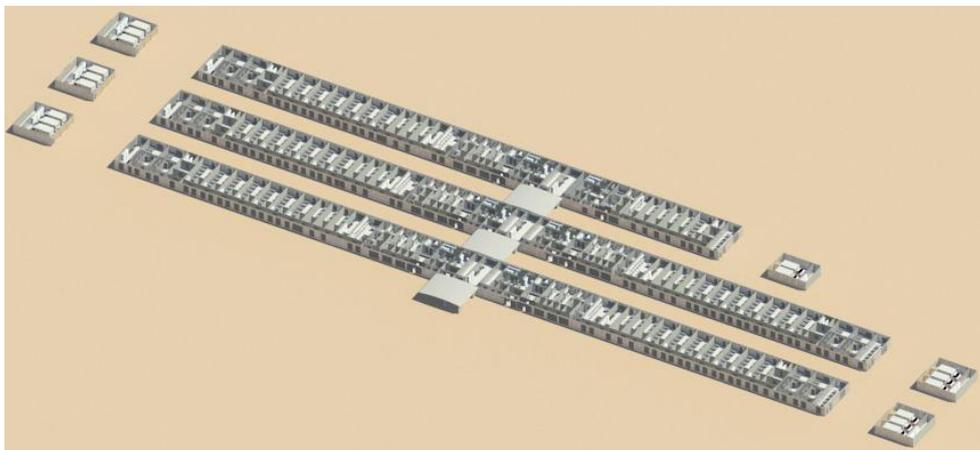
- 1- Zvolit záložku „Doplňky“
- 2- Spustit „Dynamo“
- 3- Načíst soubor „dynamoskript.dyn“
- 4- Kliknout na „Otevřít“
- 5- Kliknout na „Spustit“

### KROK 3. – manuální úpravy, dopracování sestaveného základního BIM modelu

Po automatizovaném sestavení informačního modelu budovy je možné zrušení všech skupin modelu. Je možné pokračování v práci s BIM modelem standardním způsobem.



Obr. 58: Automatizované sestavení návrhu a BIM modelu objektu. [vlastní zdroj]



Obr. 59: 3D nahléd na BIM model. [vlastní zdroj]

## ZÁVĚR

Ve své práci se zabývám technologickou proveditelností automatizovaného návrhu modulární polní nemocnice a vytvořením informačního modelu budovy. Kapacitní požadavky pro návrh nemocnice se stanoví v zadávacím formuláři.

Podmínkou pro uskutečnění této myšlenky bylo použití vizuálního programování pro stavebnictví, které umožňuje pokročilou správu dat informačních modelů budov.

Byl vypracován algoritmus, který přebírá data z MS Excel a na jejich základě umožní v BIM systému Revit sestavit informační model polní nemocnice. Byl navržen a zpracován základní koncept modulárních nemocnic různých velikostí. Dále byla navržena a vymodelována v BIM základní sada 25 modulů, ze kterých jsou nemocnice sestavovány. V MS Excel byla vytvořena logika výběru a skládání modulů s funkcí výpisu souřadnic pro umístění modulů. Cíl práce byl splněn v plném rozsahu.

Průběh automatizovaného návrhu prezentuji na konkrétním zadání kapacitních podmínek nemocnice.

Ve své práci také uvádím základní náhled na technologii BIM a na vizuální programování pro stavebnictví a architekturu.

Tento princip automatizovaného návrhu pro tvarově nenáročné a schematicky opakovatelné budovy je použitelný. Umožní vytvořit rychlý návrh budovy a ušetří spolu s omezením tvorby chyb velké množství lidské práce.

Téma této diplomové práce lze dále velmi rozvíjet. Je možné vypracovat obsáhlý seznam skladebných modulů a vytvořit další varianty schémat automatizovaného sestavování polních nemocnic.

Dále je možné opačné propojení informací z informačního modelu budovy do MS Excel. Zpracováním těchto dat spolu s klimatickými daty umístěného objektu je možné docílit automatizování bilancí energií v závislosti na okamžité změně technologie nebo geometrie modelu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] DynamoBIM, [Online].

Dostupný z: <http://dynamobim.com/>

[2] Wikipedia, Building information modeling, [Online].

Dostupný z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling)

[3] Dynamoprimer, [Online].

<http://dynamoprimer.com>

[4] Directionsmedia, [Online].

Dostupný z: [www.directionsmedia.net](http://www.directionsmedia.net)

[5] Cegra.cz, Proč BIM, [Online].

Dostupný z: <http://www.cegra.cz/208-BIM-proc-BIM.aspx>

[6] Monolithds, [Online].

Dostupný z: <https://monolithds.files.wordpress.com/>

[7] Martin Černý a kolektiv, BIM Příručka, 2013, Odborná rada pro BIM o.s.  
ISBN 978-80-260-5296-8.

[8] Autodesk University, [Online].

Dostupný z: <http://aucache.autodesk.com/au2013/>

## SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1: Popis hlavního makra .....	68
PŘÍLOHA 2: Dynamo skript .....	77

## PŘÍLOHA 1

### Popis hlavního makra vytvářející výpis souřadnic pro umístění skladebných modulů nemocnice.

*Příkazovým tlačítkem GENEROVAT NEMOCNICI v listu „Zadávací list“ dojde ke spuštění hlavního makra. Příkazy pro spuštění makra jsou definovány v kódu příkazového tlačítka. Makro propočítává a zapisuje souřadnice použitých skladebných modulů do listu „Dynamo“.*

#### Sub Hlavní makro()

'

' Hlavní makro Makro

' Makro zaznamenané 21.11.2016, Pavel Šimák

'

*Na počátku makra jsou definovány nezávisle proměnné veličiny.*

*Mod1 až mod25 -- udává hodnotu počtu kusů pro umístění určitého typu modulu*

*Delka – udává celkovou délku sestavy všech modulů (součet šířek vyskládaných modulů)*

*Delblok – udává šířku modulů*

*Jdi – udává řádek na který se budou ukládat data souřadnic příslušného modulu*

*Poradi – udává pořadí umístění modulu ve zpracovávané sestavě nemocnice*

*Vse – udává celkový počet modulů k sestavení*

*Rad – udává počet Modulů nemocničního celku*

*Rad1 – udává který z Modulů nemocničního celku se se právě zpracovává*

*Bun1 – udává blok buněk pro zpracování*

*Bun2 – udává blok buněk pro zpracování*

*Krok – udává první nebo druhý krok při vytváření sestav modulů do 150 lůžek*

*Další – udává, která sestava modulů se zpracovává, při zpracování do 150 lůžek*

Dim mod1, mod2, mod3, mod4, mod5, mod6, mod7, mod8, mod9, mod10, mod11, mod12, mod13, mod14, mod15, mod16, mod17, mod18, mod19, mod20, mod21, mod22, mod23, mod24, mod25, delka, jdi, delblok, poradi, vse, rad, rad1

Dim bun1, bun2, krok, dalsi

*Do pracovní tabulky v listu „Pracovní list“ se kopíruje buňka se vzorcem stanovujícím zadanou kapacitu lůžek nemocnice.*

```
Sheets("Pracovní list").Select  
Range("t66").Select  
    Selection.Copy  
    Range("t6").Select  
    ActiveSheet.Paste  
    Application.CutCopyMode = False
```

*Přiřazení hodnot nezávisle proměnným.*

```
rad = Range("am107")  
rad1 = 1  
krok = 1  
delka = 0
```

*Blok příkazů zpracovávající sestavu modulů nepřesahující 150 lůžek.*

*Kopírování uvedených bloků buněk se provede v případě počtu lůžek mezi 75 a 150. Tato zkopírovaná předvolba z buněk „bd119:bi120“ změní princip skládání nemocnice do schématu „H“.*

```
If Range("am104") > 75 Then  
    If Range("am104") < 151 Then  
        Range("bd119:bi120").Select  
            Selection.Copy  
            Range("al119:aq120").Select  
            ActiveSheet.Paste  
            Application.CutCopyMode = False  
    End If  
End If
```

**Do**

*Cyklus zpracovávající část nemocnice do 150 lůžek.*

```
Do While rad >= rad1
```

*Zapíše pořadové číslo sestavy pro zpracování.*

```
Range("Ak116").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = rad1
```

```
If krok = 1 Then  
    If Range("aq116") = -1
```

**Else**

```
    Range("aq116").Select
```

```

Selection.Copy
Range("ad5").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
-
False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False

Range("aq116").Select
Selection.Copy
Range("ac10").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
-
False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False

End If

```

*Část definující rozestup mezi řadami nemocnice.*

```

Range("ap116").Select
Selection.Copy
Range("ad6").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
-
False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False

```

*Zkopírováním hodnotu z ap116“ do „ad10“ definuje rozestup mezi řadami.*

```

Range("ap116").Select 'definice odsunutí
Selection.Copy
Range("ad10").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
-
False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False

```

*bun1 obsahuje blok skladebných modulů určených pro umístění.*

```
bun1 = Range("al116") ' def. sestavy které se budou kopírovat
```

*bun2 obsahuje počet modulů pro kopírování*

```

bun2 = Range("am116")
Range(bun1).Select
Selection.Copy

```

```
Range("q13:q37").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
```

```
–
    False, Transpose:=False
    Application.CutCopyMode = False
```

```
Range(bun2).Select
    Selection.Copy
Range("v13:v37").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
```

```
–
    False, Transpose:=False
    Application.CutCopyMode = False
```

```
If Range("as116") = 1 Then
    If Range("ar116") <> 0 Then
        Range("v67:v91").Select
            Selection.Copy
            Range("v13:v37").Select
            ActiveSheet.Paste
            Application.CutCopyMode = False
        End If
    End If
```

```
krok = 2
```

```
Pokud ne,
Else
    Do bun1 se vkládá blok pořadí modulů
    bun1 = Range("an116")
    Do bun2 se vkládá blok počtu modulů
    bun2 = Range("ao116")
```

```
Range(bun1).Select
    Selection.Copy
Range("q13:q37").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
```

```
–
    False, Transpose:=False
    Application.CutCopyMode = False
```

```
Range(bun2).Select
    Selection.Copy
Range("v13:v37").Select
```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
```

```
– False, Transpose:=False  
Application.CutCopyMode = False
```

```
If Range("as116") = 2 Then  
If Range("ar116") <> 0 Then  
Range("v67:v91").Select  
Selection.Copy  
Range("v13:v37").Select  
ActiveSheet.Paste  
Application.CutCopyMode = False  
End If  
End If  
krok = 1  
dalsi = 1  
End If
```

*Konec cyklu příkazů pro sestavení nemocnice do 150 lůžek.*

```
Sheets("Pracovní list").Select
```

*Nezávisle proměnným se přiřazují hodnoty buněk.*

```
mod1 = Range("v13")  
mod2 = Range("v14")  
mod3 = Range("v15")  
mod4 = Range("v16")  
mod5 = Range("v17")  
mod6 = Range("v18")  
mod7 = Range("v19")  
mod8 = Range("v20")  
mod9 = Range("v21")  
mod10 = Range("v22")  
mod11 = Range("v23")  
mod12 = Range("v24")  
mod13 = Range("v25")  
mod14 = Range("v26")  
mod15 = Range("v27")  
mod16 = Range("v28")  
mod17 = Range("v29")  
mod18 = Range("v30")  
mod19 = Range("v31")  
mod20 = Range("v32")
```

```
mod21 = Range("v33")
mod22 = Range("v34")
mod23 = Range("v35")
mod24 = Range("v36")
mod25 = Range("v37")
delka = Range("ac10")
```

```
Range("AD5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = delka
```

```
Range("AD13").Select
```

```
Sheets("Pracovní list").Select
```

*Do nezávisle proměnné vse je přiřazena hodnota počtu modulů v sestavě.*

```
vse = Range("v11")
poradi = 1
```

Do

*Cyklus zpracovávající zapisování souřadnic všech použitých modulů.*

Do While vse > 0

*Zápis souřadnic každého modulu se provádí podle hodnot pořadí umístění modulů.*

```
If Range("q13") = poradi Then
```

Do

Do While mod1 > 0

*Do buňky „ac10“ se vloží hodnota délky sestavy modulů od souřadnicového počátku.*

```
Range("ac10").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = delka
```

*Kopírování souřadnic modulů do listu „Souřadnice“. List „Souřadnice“ je provázaný s listem „DYNAMO“.*

```
Range("ac10:ae10").Select
Selection.Copy
```

```
jdii = Range("ae13")
Sheets("Souřadnice").Select
Range(jdii).Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlAdd, SkipBlanks:= _
        False, Transpose:=False
```

```
    Sheets("Pracovní list").Select
```

```
jdi = jdi + 1
```

```
    Range("ad13").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = jdi
```

```
delblok = Range("T13")
```

```
delka = delka + delblok
```

```
Range("ac10").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = delka
```

*Počet umísťovaných modulů stejného typu udává hodnota mod1. Od této hodnoty bude odečítána -1 dokud hodnota nebude 0. Každý úkon odečtení -1 zapíše umístění souřadnic modulu.*

```
mod1 = mod1 - 1
```

```
vse = vse - 1
```

```
Exit Do
```

```
Loop
```

```
Loop Until mod1 = 0
```

```
End If
```

*Program pokračuje stejným způsobem pro mod2 až mod25.*

```
If Range("q14") = poradi Then
```

```
Do
```

```
Do While mod2 > 0
```

```
jdi = Range("ad14")
```

```
    Range("ac10").Select
```

```
    ActiveCell.FormulaR1C1 = dellka
```

```
    Range("ac10:ae10").Select
```

```
    Selection.Copy
```

```
jdii = Range("ae14")
```

```
    Sheets("Souřadnice").Select
```

```
Range(jdii).Select
```

```
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlAdd, SkipBlanks:= _
```

```
False, Transpose:=False
Sheets("Pracovní list").Select
jdi = jdi + 1
Range("ad14").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = jdi
delblok = Range("T14")
dellka = dellka + delblok
Range("ac10").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = dellka
mod2 = mod2 - 1
vse = vse - 1
Exit Do
Loop
Loop Until mod2 = 0
End If
```

```
poradi = poradi + 1
Exit Do
Loop
```

*Cyklus se ukončuje v momentě, kdy všechny zpracovávané moduly mají hodnoty počtu 0.*

```
Loop Until vse = 0
```

```
If dalsi = 1 Then
rad1 = rad1 + 1
dalsi = 0
End If
```

```
Exit Do
Loop
```

```
Loop Until rad1 > rad
```

```
Range("av119:ba136").Select
Selection.Copy
Range("al119:aq136").Select
ActiveSheet.Paste
Application.CutCopyMode = False
```

```
Range("T6").Select
```

*Na konci průběhu makra dochází k uložení souboru. Uložení souboru je důležité pro správnou funkci a čtení dat z Dynama.*

ActiveWorkbook.Save

Sheets("zadávací list").Select

End Sub

PŘÍLOHA 2

DYNAMO SKRIPT

