



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA ARCHITEKTURY

FACULTY OF ARCHITECTURE

## ÚSTAV PROSTOROVÉ TVORBY

DEPARTMENT OF SPATIAL DESIGN

## JAROSLAVICE – SÍDLO V KRAJINĚ

JAROSLAVICE – PLACE IN THE LANDSCAPE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Jiří Šmejkal

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. arch. Barbora Ponešová, Ph.D.

BRNO 2018

## Zadání diplomové práce

Číslo práce: FA-DIP0089/2017  
Ústav: Ústav prostorové tvorby  
Student: **Ing. Jiří Šmejkal**  
Studijní program: Architektura a urbanismus  
Studijní obor: Architektura  
Vedoucí práce: **Ing. arch. Barbora Ponešová, Ph.D.**  
Akademický rok: 2017/18

### Název diplomové práce:

Jaroslavice – sídlo v krajině

### Zadání diplomové práce:

#### CHARAKTER MÍSTA

„Vzestup a pád Jaroslavic. Podíváme-li se jen na pohlednice obce z dob monarchie a dob předválečné i poválečné republiky, vystoupí před námi na jedné straně až idylický, kolorovaný svět belle époque a černobílé vidění vertikál a přímých linií, funkční realismus na straně druhé“. (Martin Markel, 2006)

#### PROBLÉM

Původně městečko Jaroslavice se vlivem poválečných událostí postupně proměnilo na ves. Dnešní podoba obce odkazuje svojí strukturou na éru rozmachu, ale chátrající ruiny a areály hospodářských budov v podzámčí svědčí o absenci života v těchto místech. Snahou práce bude rozkrývání a obnova hodnot kulturní krajiny Jaroslavicka a pochopení specifického problému této oblasti bývalých Sudet. Důraz bude kladen na reinterpretaci vztahu sídla a okolní krajiny, řešeny budou otázky udržitelného nerůstu obce (shrinking cities) a možnosti využití okolní zemědělské krajiny.

#### CÍLE PRÁCE

Cílem práce je navázat na analýzu rozvoje regionu Jaroslavicka, zpracovanou v předchozím semestru MSP, která definovala potenciální možnosti udržitelné formy existence obce a strategie obnovy sídla v kontextu celého mikroregionu. Diplomová práce se bude věnovat rozpracování architektonického návrhu obnovy vybraného místa (příkladová studie). Konkrétní místo intervence bude ponecháno na volbě studenta – v závislosti na zvolené strategii. Doporučená témata pro rozpracování (vhodná svým měřítkem) jsou například areál bývalého hospodářského dvora v podzámčí nebo areál bývalého vodního mlýna.

## **Rozsah grafických prací:**

Teoretická východiska:

- Referenční příklady
- Analýzy místa
- Vlastní strategie / Koncept

Podrobná dokumentace:

- Situace 1:1000 / 1:500
- Půdorysy, řezy, pohledy 1:200 / 1:100
- Detaily 1:20 – 1:1
- Perspektiva / Axonometrie (exteriér, interiér)
- Architektonický model
- Průvodní zpráva

## **Seznam literatury:**

Calvino, Italo: Neviditelná města, Dokořán, 2007

Cílek, Václav, kol.: Krajina a revoluce, Malá skála, 2005

Mikšíček, Petr: Sudetská pouť aneb Waldgang, Dokořán, 2005

Markel, Martin: Dějiny Jaroslavic, Kyjov, 2006

kol.: Krajina jako dílo, Barokní krajinou od Mikulova po Znojmo, NPÚ, ÚOP v Brně, 2016

**Termín zadání diplomové práce: 19.2.2018**

**Termín odevzdání diplomové práce: 14.5.2018**

Diplomová práce se odevzdává v rozsahu stanoveném vedoucím práce; současně se odevzdává 1 výstavní panel formátu B1 a diplomová práce v elektronické podobě.

-----  
Ing. Jiří Šmejkal  
student(ka)

-----  
Ing. arch. Barbora Ponešová, Ph.D.  
vedoucí práce

-----  
doc. Ing. arch. Jiří Palacký, Ph.D.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 19.2.2018

-----  
doc. Ing. arch. Jan Hrubý, CSc.  
děkan

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta architektury

**PRŮVODNÍ ZPRÁVA**

FARMA 3D TISKÁREN

Jaroslavice

2017/18

Jiří Šmejkal

# 1. VSTUPNÍ PODMÍNKY

## 1.1. Úvod

Tématem diplomové práce je architektonická studie komplexu Farmy 3d tiskáren v obci Jaroslavice. Technologie 3d tisku svoji rychlostí rozvoje dalekosáhle předběhla odezvu na svoje potřeby. Postrádá novou systematicky plánovanou typologii staveb odpovídající požadavkům farem. Farmy se přizpůsobují prostorům. Hlavním cílem práce je představit možnost jak situaci obrátit a prostory přizpůsobovat farmám.

Práce navazuje na urbanistický návrh restrukturalizace Jaroslavičké krajiny zpracovaným v předchozím semestru. Projekt dodržuje zavedené zásady na úrovni mikroregionu v podobě důrazu na soběstačnost, integritu obyvatelstva nebo užití současných technologií. Hlavní výrobní jednotka Prusa MK2 funguje na open source hardwaru i softwaru. Tento otevřený systém i předešlé znaky jsou základními rysy konceptu Smart city.

## 1.2. Jaroslavice Print

Hlavní otázkou je samotný důvod vybudování souboru staveb právě v Jaroslavičích cílených na 3d tiskařskou výrobu. Jaroslavice jsou součástí pohraničního území s problémy nezaměstnanosti a odchodem vzdělaného obyvatelstva. Nová funkční náplň by měla tyto problémy řešit a to nejen na úrovni Jaroslavic. Díky rozvoji technologií vznikají nové obory a nová pracovní místa. Například pro rozvoj budoucí dopravní koncepce mikroregionu lze tisknout plně funkční autonomní automobily, jak tomu bylo předvedeno v Londýně již v roce v 2016. [Bárta,2016]

Ve spolupráci s nově vzniklými stavbami lze tisknout učební modely, výukové pomůcky pro nově vzniklou školu. Funkční náplň zahrnující vědecký inkubátor/Fab-Lab je ideálním místem pro výuku IT, 3d modelování a elektrotechnických dovedností, což je současným trendem ve vzdělávání. [Šandová,2017]

Je naplánován tisk fasádních komponentů pro nově vzniklou budovu areálu zemědělské produkce v severní části podzámčí obce. Při rekonstrukcích je možné užití tisku pro restaurování barokních soch a vybavení zámku. Hlavním záměrem tisku je ale orientace na zemědělskou produkci, kterým se zabývala i celá restrukturalizace polního systému v urbanistické studii.

V zemědělství lze použít tisk pro výrobu nástrojů a pomůcek s důrazem na podporu samostatných lokálních farmářů, protože si mohou předměty zdarma stahovat z opensource

zdrojů a tisknout je i na svých tiskárnách. [FoodRising,2017] Celou kapitolou samo pro sebe je využití plně tisknutých dronů v zemědělství. Drony lze používat pro monitoring půdy, kdy díky thermo scannerům lze sledovat vlhkost půdy a z velína, tak řídit regulaci zavlažování. Drony lze provádět samotné sázení. A v neposlední řadě lze drony používat jako regulérní forma dovozu. Amazon plánuje do 5 let 80 % svých zakázek, které mají do 2,5 kg rozvážet do 30 minut v rozsahu 16 km. Kromě nepřetržitého monitoringu a obhospodařování polí je tedy plánován denní rozvoz vždy čerstvého zboží lokální produkce. Pro dosažení této vysoké kapacity je nutno vybudovat dostatečnou kapacitu 3d tiskáren, které jsou dominantně zaměřeny na tisk dronů. Ty budou po dosažení kapacity exportovány do okolí. V druhé řadě je na tiskárnách ale možné tisknout cokoli jiného a je tedy možné průběžně odpovídat na potřeby okolního obyvatelstva. Po dosažení prvotního cíle je díky otevřenosti možné zaměření celé výroby změnit a specializovat se na jiný segment.

### **1.3. Etapizace**

Po osobní prohlídce největší farmy na světě (Prusa Research) byly provedeny propočty výroby jednotek, výroby dronů a časový plán celé produkce. Podobně jako vznikla tato farma, mají i jiné farmy stejný charakter. Vznikají za provozu neustálým nabalováním dalších provozů bez počáteční úvahy rozmyšlení.

Růst produkce je velkým tématem. Stejně jako technologie je i celá výroba otevřená a reaguje jen na poptávku, která v současnosti stoupá tak rapidně, že je nutné přemýšlet nad možnostmi neustálého rozšiřování. Tento jev se projevuje v interiéru u přechodu z 15 tiskáren na 50 a začíná zasahovat do okolní zástavby při přechodu z 200 na 500 tiskáren. Prozatím bez plánů a náhodně. Zároveň je nutné uvažovat i nad možnostmi neúspěchu uchycení v lokalitě Jaroslavic a vytvořit tak pružné prostředí schopné reagování na okolní podmínky. Proto byl celý projekt pojat formou několika stavebních etap.

Vnitřní hierarchie provozů odpovídá stejnému schématu, dochází zde maximálnímu prolínání funkcí. Manuální produkce je kombinována s počítačovým zázemím. Nevzniká zde žádný špinavý provoz. Proto je možné ideálně provozy začlenit do sebe jako proudící tok. Ve 3. etapě zpracované projektem je obestavěný prostor 363 688 m<sup>3</sup> a celková zastavěná plocha 7 531 m<sup>2</sup>.

### **1.4. Urbanismus**

Pozemek je umístěn na jižní části hranic obce Jaroslavice. Pozemek je vymezen jednou ze dvou hlavních komunikačních uzlů s Rakouskem a dal by se označit pro současnost jako

vstupní brána do Jaroslavic. Územní plán vymezuje celou část pozemku jako výrobní plochy. V současné době slouží pozemky pro uložení fotovoltaických panelů.

### **1.5. Historie – Situace**

Na pozemku se nachází 3 zemědělské stavby, které do roku 2010, kdy byla vybudována fotovoltaická elektrárna, fungovaly ve spojení se sousedním zemědělským dvorem. Po vybudování elektrárny byly vazby nenávratně zpřetrhány. Budovy jsou ve velmi špatném stavu a vzájemná kooperace již nefunguje.

### **1.6. Fotovoltaická elektrárna**

Kompletně se v Jaroslavicích nachází cca 15 000 fotovoltaických panelů o celkovém výkonu 0,9 MW. Celková plocha elektrárny je 4,3 Ha. V roce 2007 se jednalo o největší elektrárnu tohoto typu v ČR. Z nedaleké hydrometeorologické stanice v Kuchařovicích je zjištěna hodnota slunečního svitu 1174 kW/m<sup>2</sup>, což značí jaroslavický pozemek jako jedno z nejideálnějších míst pro vybudování solární elektrárny v České Republice. Základní myšlenka užití sluneční energie je velmi dobrá, forma užití panelů vyskládaných na ploše již ne. Projekt stávající řešení nahrazuje a ukazuje zároveň možnost využití solární energie jiným způsobem.

## **2. KONCEPT**

### **2.1. Funkční uspořádání**

Díky rozboru referenční stavby lze provoz rozdělit na 3 celky. První okruh zahrnuje administraci, veřejnost, výrobní farmu a obsluhu PC. Druhý okruh zahrnuje také pohyb lidí, ale již manuálně pracujících, tedy montáže a expedice, zpracovávající výrobky z prvního okruhu. Třetí samostatný okruh je pak tok materiálu, který se pohybuje napříč částí jedna i dvě. Namísto striktního rozdělení jednotlivých funkcí je v budově naopak vytvořen fluidní prostor v podobě open space, který jednotlivé funkce spojuje.

### **2.2. Enviromentální prostředí**

Pro úvahu o rozvoji bylo pracováno s myšlenkou růstu jako řízeného biologického vývoje. Po vymezení provozních částí, byl pozemek rozdělen na zóny předpokládaného vývoje jednotlivých částí samotných. Byly připraveny cíle pro další rozvoj dodatečných funkcí

v posledních etapách. V rámci konceptu vytvoření náhrady solární elektrárny bylo v této fázi stejným dílem cíleno na vytvoření idealistické náhrady fotovoltaických panelů. Pomocí analýzy z Revitu byly zjištěny enviromentální data z hydrometeorologické stanice v Kuchařovicích zahrnující solární zisky pro každý měsíc, vhodné pro plánování fotovoltaiky. Energie za nejziskovější období tvoří 75% celkové získané energie. [HASELHUHN ,2011] Přes algoritmický editor Grasshopper pro Rhinoceros a plugin Ladybug byly v 6 měsících s nejvyšším stupněm solární radiace vybrány 4 dny a v nich vždy 9 časových hodnot. Pro tato konkrétní přesná data byly zjištěny pozice slunce na obloze v podobě přesného geometrického bodu. Pozice slunce směrem k pozemku vytvořila vektor. Vznikly průsečíky vektorů v půdorysu pozemku. Takto bylo získáno 216 vstupních bodů pro DLA. Normálová plocha na tento vektor v promítnutém místě odpovídá ideálnímu umístění objektu pokrytým solárními panely.

### **2.3. Růst – DLA**

Pro simulaci rozvoje komplexu je vývoj predikován řízeným růstem pomocí DLA. Difúzně limitovaná agregace je způsob růstu, který můžeme pozorovat v přírodě u větvení kořenů rostlin, blesků, či lidských cév. Takovouto primitivní inteligenci můžeme pozorovat i u hlenek patřící mezi živočichy i houby. Hlenky díky zakódovanému primitivnímu systému dokážou najít nejrychlejší trasu za potravou pod vlivem vstupních podmínek, jako je vlhkost nebo teplota (pozn.1). Na podobném principu byla spuštěn script, který hledal místo potravy ideální pozice slunce v pravidelném denním intervalu ve vybraných měsících.

### **2.3. Metaballs**

Z důvodu požadované idealistické dispozice pro farmy byla volena metoda polynomiálních ploch Metaballs. Dosavadní řešení farem funguje na bázi lineárního řazení podle dostupného prostoru. Kontrola a obsluha tiskáren je tam obtížnější a neefektivní. Centrální dispozice funguje mnohem více efektivněji. Druhým důvodem užití metabolické struktury je její ideální vnější obálka pro solární zisky.

### **2.4. Formfinding 1 - Galapagos**

Na základní síti vzniklé procesem DLA bylo testováno tisíce variant pomocí evolučních algoritmů pomocí pluginu Galapagos pro Grasshopper. Bylo definováno velké množství limitních parametrů v jakých místech je ideální sdružování buněk v rámci provozního řešení. Podle funkčního řešení byly stanoveny intervaly možných proměnných výšek metaballů a jejich půdorysných ploch. Po nadefinování všech parametrů byl spuštěn evoluční proces, který vyhledával idealistickou variantu v podobě evoluce genů (variant) a jejich vzájemným křížením a hledání nejsilnějších jedinců, kteří nejlépe vyhovují co nejvyšším solárním ziskům na fasádu stavby.



## **2.5. Formfinding 2 – dynamická relaxace**

Výsledný objem splňoval idealistický cíl největších solárních zisků, ale v některých místech, by byla konstrukce staticky neefektivní. Pro zjištění optimálního tvaru byla pomocí pluginu Kangaroo spuštěna dynamická relaxace na výsledném půdorysu. Do síťového modelu bylo zapojeno působení vertikální síly simulující gravitaci a prověšením prutů byla vytvořena řetězovka, kde celá konstrukce působí v tahu. Otočením působící síly naopak získáváme konstrukci s čistým působením tlaku. Výsledná hmota byla opravena, aby se tomuto modelu přiblížila a vznikalo dominantní zatížení tlakem. Podobné modely vytvářel A. Gaudí.

## **2.6. Konstrukce**

Hlavní nosná konstrukce je tvořena prostorovými příhradovými nosníky z trojúhelníkových segmentů. Jedná se o montovanou ocelovou konstrukci s použitím styčnicků typu Mero. Dvouvrstvá prostorová konstrukce je složena z vnější rigidní vrstvy z ocelových 8 cm kruhových profilů a je zatížena tlakem. Vnitřní vrstva je odlehčená a přenáší tah. Z důvodu minimálního zatížení konstrukce jsou do trojúhelníkových polí vkládány hliníkové rámy s výplní trojvrstevnými PTFE fóliovými polštáři plněnými vzduchem. Tato výplně propouští světlo a má velmi dobré tepelně izolační vlastnosti. Analýzou konstrukce pluginem Karamba byla zjištěna problematická místa největších průhybů ve spojích metaballů. V těchto místech je konstrukce ztužena prostorovým žebry.

## **2.7. Fasáda**

Na vnější trojúhelníkovou síť je ukotven vnější plášť z menších trojúhelníků. Které jsou řízeny dvěma pravidly na základě informace celoroční zisků solární radiace. Čím větší je solární zisk tím více jsou panely uzavřené a zmenšuje se jejich úhel. Konkrétně tedy získáváme na jihu nejvíce uzavřené panely s kolmou pozicí k solárním vektorům z dřívější fáze. Na severu a v nízkých polohách jsou naopak panely otevřené a úhel prvků vyšší, tedy dochází k maximálnímu prostupu světla, a díky většímu úhlu jsou i tyto panely schopny přijímat solární zisk. Trojúhelníkové panely jsou pokryty amorfními tenkovrstvými moduly fotovoltaických článků, které jsou pro touto aplikaci ideální.

## **2.8. Interiér**

Vymezení jednotlivých pracovních zón počítá s možností změny nebo přesunu. Dělení prostoru je docíleno v podobě buněk, které jsou půdorysně tvarovány k vytvoření komunikačních vazeb mezi stanovišti. Jednotlivé buňky mají proměnlivou velikost a jsou tištěné z plastu na 3d tiskárnách. Ve většině případů je zachován open space s dělicími prvky v podobě paravánů. Prostory zázemí a sanitárního vybavení jsou pevně uzavřené. Denní místnosti jsou vizuálně otevřené zasklením.

## **2.9. Technické zařízení**

Veškeré rozvody vzduchotechniky a instalací jsou umístěny nad dělicími konstrukcemi. Pro rozvod je využito vstupního systému větvení DLA, která rovnoměrně prochází celou stavbou.

### **3.OBSAH ETAP**

#### **3.1. Etapa I**

V první etapě je farma zaměřena na výrobu dostatečné kapacity replikovatelných tiskáren. Tiskárny jsou složeny z dílů, které sami tisknou, takže lze vytvořit rychle rozmožení základní kapacity. Výrobní budova disponuje soukromými prostory pro zaměstnance a vedení firmy. Zároveň je v této fázi farma otevřena veřejnosti a slouží jako vědecký inkubátor nebo Fab-Lab.

#### **3.2. Etapa II**

V druhé etapě tiskárny přeorientují svoji výrobu na tisk dronů a vytvoří základní kapacitu pro obhospodařování polí a rozvoz potravin. Rozšíření stavby umožňuje větší výrobní sílu v podobě druhé farmy. Původní stavba poskytuje dominantně prostor pro provoz lidských zdrojů. Nová dostavba je rozšiřuje montážní prostory.

#### **3.3. Etapa III**

Dalším rozšířením je opět celý provoz posunut o jeden stupeň, kde v poslední části je dominantní řešení montáže a expedice dronů tzv. Droneport. Navíc je vybudováno prezentační centrum v podobě výstavní galerie o historii firmy a prezentace výrobků 3d tisku spojenou s kavárnou v návaznosti na samostatně vyčleněný FabLab pro veřejnost. Farmy jsou přesunuty do samostatných budov, které jsou zásobovány z nového samostatného skladu.

#### **3.4. Etapa IV**

Stejným principem jako byl navržen soubor staveb areálu farem může být otevřeně použit na zbývající část dnes zastavěné solární elektrárny. Návrh ukazuje ilustrační možnost dalšího růstu celého programu.

#### 4. POZNÁMKY:

1. V Tokyu byl realizován experiment, kdy se hlenkám umístila potrava do míst odpovídajícím poloze velkých měst. Za 26 hodin vytvořily hlenky větvení téměř odpovídající stávající železniční síť v Tokyu budované desítky let.

#### 5. ZDROJE:

1. Smart cities: magazín o chytrých technologiích pro efektivnější správu měst a obcí. Brno: Ondřej Doležal - Pixl-e, 2016. ISSN 2336-1786.
2. Stream, Konference Připojuji se, 25. výročí internetu, David Bárta, [cit. 9. 5. 2018] [online]. Dostupné z: <https://www.stream.cz/seznam-cz/10016283-9-david-barta>
3. O chytrých městech s Davidem Bártou - CZECHDESIGN. O českém designu víme vše – CZECHDESIGN [online]. Copyright © CZECHDESIGN 2017 [cit. 9. 5. 2018]]. Dostupné z: <http://www.czechdesign.cz/temata-a-rubriky/o-chytrych-mestech-s-davidem-bartou>
4. Ministerstvo pro místní rozvoj. Koncept Smart Cities. [online]. MMR. [cit. 9. 5. 2018]. <https://www.mmr.cz/cs/Microsites/Smart-Cities/Koncept-Smart-Cities>
5. Mgr. David Bárta, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. Metodika Konceptu inteligentních měst. [online]. MMR. 2015 [cit. 9. 5. 2018]. [http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/9c597c78-8651-43a8-8d94-bc9f19da74c5/TB930MMR001\\_Metodika-konceptu-Inteligentnich-mest-2015.pdf](http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/9c597c78-8651-43a8-8d94-bc9f19da74c5/TB930MMR001_Metodika-konceptu-Inteligentnich-mest-2015.pdf)
6. Město Třinec. Koncept chytrého města. [online]. Město Třinec [cit. 9. 5. 2018]. [https://www.trinecko.cz/plany/koncepce\\_trinec\\_i\\_ty/Koncepce%20Třinec%20i%20ty.pdf](https://www.trinecko.cz/plany/koncepce_trinec_i_ty/Koncepce%20Třinec%20i%20ty.pdf)
7. Město Písek. Smart Písek. [online]. Město Písek [cit. 9. 5. 2018]. <https://smart.pisek.eu/>
8. ŠANDOVÁ, Ozobot ve školství [online]. MMR. 2017 [cit. 9. 5. 2018]. <https://www.youtube.com/watch?v=enpeyORjiM&t=150s>
9. Food Rising Mini Farm Grow Box V2.0 launchehd by Health Ranger! – YouTube, Youtube [online]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=d\\_IHObR0nyg](https://www.youtube.com/watch?v=d_IHObR0nyg)
10. HASELHUHN, Ralf. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. Ostrava: HEL, 2011. ISBN 978-80-86167-33-6.
11. MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika: elektřina ze slunce*. 2. vyd. Praha: EkoWATT, 2008. 21. století. ISBN 978-80-7366-133-5.
12. MURTINGER, Karel a Jan TRUXA. *Solární energie pro váš dům*. Brno: Computer Press, 2010. Stavíme. ISBN 978-80-251-3241-8.
13. MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika: elektřina ze slunce*. 2. vyd. Praha: EkoWATT, 2008. 21. století. ISBN 978-80-7366-133-5.
14. Slime Mold Grows Network Just Like Tokyo Rail System | WIRED. *WIRED* [online]. Dostupné z: <https://www.wired.com/2010/01/slime-mold-grows-network-just-like-tokyo-rail-system/>