

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

MANUÁL 3D TISKÁRNY MCOR IRIS HD

Příloha 4

Testování limitů a možností 3D tiskárny Mcor IRIS HD

Manuál

Martin RAIDA

Olomouc 2016

OBSAH

1	ÚVOD	3
1.1	Tiskárna Mcor IRIS HD.....	3
1.2	Využití tiskárny Mcor IRIS HD	4
2	TECHNICKÉ PARAMETRY	5
2.1	Minimální technické požadavky	5
2.2	Datové formáty.....	5
3	POSTUP A PŘÍPRAVA TISKU.....	6
4	LIMITY A OMEZENÍ TISKÁRNY	7
4.1	Maximální výška stavby.....	7
4.2	Maximální tisknutelná plocha	7
4.3	Minimální limit stavby	7
4.3.1	Vertikální model.....	7
4.3.2	Horizontální model.....	8
4.3.3	Tabulky s výsledky.....	8
5	ZÁVĚR.....	10
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE		



Obr.: 1 – Mocr IRIS HD (3dprint.com, 2015)

1 ÚVOD

1.1 Tiskárna Mcor IRIS HD

Tiskárna pochází od irské firmy Mcor Technologies Ltd. Firma má „svůj“ tisk pomocí kancelářského papíru patentovaný od roku 2003. V České republice jsou pouze tři tiskárny, jedna je umístěna v sídle zastoupení irské firmy a druhou vlastní Univerzita Palackého v Olomouci. Nachází se ve Vědeckotechnickém parku na ulici Šlechtitelů v Olomouci. Nicméně, je pouze otázkou času, kdy potenciál tiskárny objeví další zákazník.

Jako materiál se používá běžný kancelářský papír A4 o rozměrech 210 x 297 mm a gramáži 80 g/m² nebo vyšší dle potřeby. Ovšem maximální tisknutelná plocha udávána výrobcem je 256 x 169 mm. K tiskárně je dodáván program SlicelT, který je propojený s tiskárnou. V tomto softwaru si uživatel „rozřeže“ model na vrstvy a připraví osy, kterými se bude model rozřezávat a poté pošle do tiskárny. Formáty souborů, které SlicelT podporuje, jsou STL, OBJ, VRML a Collada. Do programu lze vložit model, který bude s nebo bez textury, protože tiskárna umožňuje bílý i plnobarevný tisk v rozlišení 5760 dpi (1 milion barev). Barevný tisk se od „bílého“ liší pouze použitím papíru, a to buď barevného, nebo předtisknutého, jinak zůstává průběh stejný. Barevného tisku lze dosáhnout jednoduše použitím barevných papírů. Plnobarevný tisk spočívá v tom, že si před samotným tiskem operátor předtiskne obrysy modelu na papíry v inkoustové 2D tiskárně. Papíry jsou označeny kódem a číslem vrstvy a tiskárna si tyto kódy čte. V případě jakéhokoliv přehození papírů, zahlásí tiskárna chybu (mcortechnologies.com, 2016).

Tisk vždy probíhá tak, že se obřeže obrys modelu a zbyte odpadní materiál, který lze snadno odstranit a vyjmout model z hotového výtisku. Tento je v podobě kvádrů. Po ořezání potřebných obrysů se začnou lepit papíry na sebe pomocí speciálního lepidla. To je na papír nanášeno kolečkem s dírkami. V těchto dírkách se zachytává lepidlo, které je na kolečko dopravováno malou tryskou, a tak na papíře vznikají pravidelné kapičky lepidla. Lepidlo se hustě nanáší pouze na vrstvy, které budou součástí modelu. Na zbylé se nanáší v menším množství, a to proto, aby se dal model snáze „vylopnout“.

Po nanesení lepidla si tiskárna podá další papír a položí jej na lepidlo a pracovní stůl vyjede ke stropu tiskárny. Ta silou jedné tuny přitlačí nový papír na lepidlo. Poté sjede zpět do původní pozice a hlava s nožem vyřeže požadované obrysy do papíru (správně nastavený nůž má prořezat 1,5 papíru). Proces se neustále opakuje, dokud není nanesen potřebný počet vrstev.

Jednou z velkých výhod tohoto tisku je možnost tisku do vzduchu, kde není potřeba použití podpěr. Celý model je „schován“ do balíku papíru, a tím drží pohromadě. Další výhodou je, že při chybě během stavby lze tisk zastavit a tisknout znovu od vrstvy, kde byl tisk přerušen. Poté je možno tyto dvě části modelu k sobě přilepit. To samé platí, když se model zlomí. Lze jej slepit.

Kvalita tisku je závislá na mnoha věcech, například na správném zvolení os. A to proto, aby se při řezu nožem model snadno a jednoduše dostával ven z papírové krychle. S tím také souvisí fáze, kdy je model „vylopáván“. Zde je největší potřeba trpělivosti a pečlivosti uživatele. Model se poté natírá lakem (impregnační roztok), dodávaným výrobcem, pro dosažení větší pevnosti a také většího lesku. Při plnobarevném tisku lze lak použít také k tomu, aby se jím „zamaskovaly“ nepřesnosti, kdy mezi vrstvami vystupuje bílý papír nebo byl model slepen za dvou částí. Pomocí štětce se při nanášení laku rozpustí část barvy, a ta zakryje bílá nebo poškozená místa.

1.2 Využití tiskárny Mcor IRIS HD

Výsledky jsou vynikající, avšak stále tato technologie není naprosto dokonalá. Jako příklad stavebního procesu by mohla být předložena sopka. Tento model reprezentuje stavbu s nebezpečnými faktory pro tento druh technologie, jako jsou ostré hrany, které mohou být snadno sloupnuté nebo odtržené z modelu. Otázkou je, jakým způsobem se ostrým hranám vyhnout. Obecně se doporučuje, aby hrany byly vymodelovány hladší, a my se tedy musíme pokusit o zlepšení vlastního modelu.

Předpokládaná doba stavebního procesu 7 cm je asi 20 hodin. Někdy je dokonce lepší rozdělit větší model na menší části a tisknou je samostatně, a po dokončení je slepit dohromady.

V případě výuky v oborech GIS existuje mnoho možností použití (Ruzínoor a kol. 2012). Zejména geografické typy modelů, jako například povrch Země nebo přírodní jevy, jako jsou sopky. Některé z nich už byly také použity pro lepší představivost a porozumění novodobým trendům. Plnobarevné 3D papírové modely jsou velmi užitečné a umožňují studentům látku lépe pochopit. Finální produkty jsou relativně levné a mohou být plnobarevné, což přináší rozhodně velkou výhodu ve srovnání s jinými metodami 3D tisku (Burian, Brus, 2016).

Tiskárnu lze využít zcela jistě ve školství k tvorbě učebních pomůcek. Je samozřejmé, že tyto pomůcky nemusí tisknout přímo škola, ale může se tímto začít zabývat specializovaná firma (například UPrint 3D). Díky dobrým vlastnostem papírových modelů, jako je přilepení ulomené nebo dodatečně vytisknuté části, je tiskárna přímo předurčena pro tisk prototypových modelů napříč všemi průmyslovými odvětvími. Díky vysokým pořizovacím nákladům je však takřka vyloučeno použití tiskárny v domácích podmínkách.



Obr.: 2 – Vytisknutá postava člověka (VTP UP, 2017)

2 TECHNICKÉ PARAMETRY

2.1 Minimální technické požadavky

Pro správné spuštění stroje jsou potřeba následující požadavky:

- 1) Stolní počítač se systémem Windows 7 s 64bitovou verzí.
- 2) Minimálně 8 Gb ram (při této velikosti nastávají problémy již od datového objemu cca 250Mb). V ideálním případě 12-16 Gb pro větší barevné soubory.
- 3) Minimální 1Gb grafická karta.
- 4) Vyhrazená ethernetová karta v počítači připojeném přímo k tiskárně po celou dobu a rychlostí 10/100 nebo vyšší.
- 5) Křížový kabel - dodávaný se strojem
- 6) Teplotní rozsah (18 - 25 ° C)
- 7) Rozsah relativní vlhkosti (35 - 70%)
- 8) Tabulka schopná podpory 160 kg. (Iris přichází s vlastní tabulkou)
- 9) Vhodná výška stropu umožňující úplné otevření dveří. Obvykle sedí na 800 mm vysokém stole. Výška stropu 2,4m.

(IRIS Training & Set-up Manual, 2015)

2.2 Datové formáty

Formáty souborů, které software SliceIT podporuje, jsou STL, OBJ, VRML a Collada. Do programu lze vložit model, který bude s nebo bez textury, protože tiskárna umožňuje bílý i plnobarevný tisk v rozlišení 5760 dpi (>1 milión barev). Barevný tisk se od „bílého“ liší pouze použitím papíru, a to buď barevného, nebo předtiskněného. Jinak zůstává průběh stejný. Barevného tisku lze dosáhnout jednoduše použitím barevných papírů. Plnobarevný tisk spočívá v tom, že si před samotným tiskem operátor předtiskne obrysy modelu na papíry v inkoustové 2D tiskárně (mcor technologies.com, 2016).

Mcor také dodává některé základní příklady 3D modelů:

www.thingiverse.com

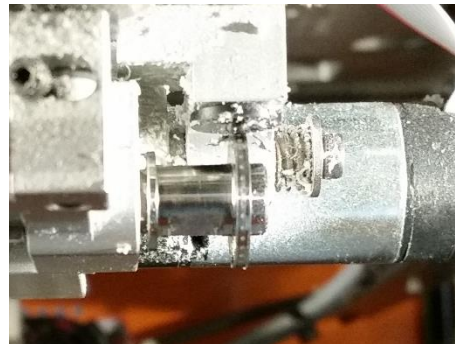
www.grabcad.com

(IRIS Training & Set-up Manual, 2015)

3 POSTUP A PŘÍPRAVA TISKU

a) Nastavení tiskárny:

- 1) Po otevření dveří tiskárny je nutné vyjmout ocelovou podložku, která je přichycena jedním šroubem, ten je nutné nejprve povolit.
- 2) Na podložku je potřeba doprostřed nalepit jeden papír A4, lepí se na podložku pomocí úzkých pásků papírové lepicí pásky, a to tak, aby na samotném papíru bylo pásky co nejméně, ale zároveň, aby papír dobře držel na své místě.
- 3) Podložku vložit zpět do tiskárny a utáhnout matici.
- 4) Zkontrolovat nůž. Provést jeho výměnu, popřípadě nastavení (nůž se nastavuje utahováním nebo povolováním horní části držáku, správně nastavený nůž by měl prořezat 1,5 kusů papírů bez toho, aby na nůž bylo výrazně tlačeno).
- 5) Důkladně očistit kolečko nanášející lepidlo (mohou zde být nalepeny zbytky papírů z předešlé stavby, popřípadě zatuhlé lepidlo) (Obr.: 3).
- 6) Doplnit lepidlo do zásobníku, je-li to třeba.



Obr.: 3 – Kolečko nanášející lepidlo

b) Zpracování modelu:

- 7) Po spuštění programu SliceIT je potřeba nahrát patřičný model.
- 8) Model je nutné umístit na správné souřadnice v rámci maximální tisknutelné plochy.
- 9) Dále musí být zvoleny řezné osy, které je vhodné umístit buď podle tohoto manuálu, podle předchozích zkušeností nebo podle vlastního uvážení.
- 10) Vytvořit pomocí procesního tlačítka statistiky stavby a zároveň zpracovat model a řezné osy do strojově čitelného kódu.
- 11) Samotné spuštění tisku.

c) Tisk:

- 12) Nyní si tiskárna na podložku s nalepeným papírem přilepí základnu sestávající ze tří papírů nalepených na sebe.
- 13) Dále probíhá již samotný tisk.
- 14) Kolečko nanášející lepidlo se musí kontrolovat a čistit i v průběhu tisku. Na kolečku mohou být nalepeny kousky nařezaného papíru, který se oddělil od modelu. Tím se kolečko znečistí a lepidlo není nanášeno správně.

d) Dokončení tisku:

- 15) Po dokončení tisku otevřít dveře tiskárny, povolit matici upevňující podložku a vytištěný model, v podobě papírové krychle, vyjmout i s podložkou ven.
- 16) Opatrně odstranit z podložky papírovou lepicí pásku a papírovou krychli sundat z podložky.
- 17) Nyní následuje samotný postprocessing. Na ten je vhodné používat pinzetu a malý nožík.
- 18) Na začátku je vhodné odstranit ořezaný okraj, a tím se dostat k samotnému modelu.
- 19) V této fázi je nutné již postupovat velice opatrně, krok po kroku odstraňovat jednotlivé vrstvy papíru, a tím „vysvobodit“ model ven. Vhodným pomocníkem je na monitoru zobrazený model s umístěnými řeznými osami. Podle tohoto lze snadno zjistit, kde se v papírové krychli nachází jaká část modelu.
- 20) Hotový model je také důležité natřít lakem. Natření lakem způsobí lepší pevnost modelu, respektive jeho vrstev navzájem.

4 LIMITY A OMEZENÍ TISKÁRNY

4.1 Maximální výška stavby

Maximální výška stavby, která je udávána výrobcem je 150 mm, tj. zhruba 1500 kusů papírů gramáže 80 g/m². Tento limit byl již mnohokrát prokázán při tisku modelů, které byly stavěny do této výšky a byly uskutečněny pod odborným dohledem zaměstnanců 3D centra ve Vědeckotechnickém parku Univerzity Palackého v Olomouci (VTP UP).

Nutno však podotknout, že u staveb, tištěných do této výšky, je nutná pravidelná kontrola průběhu tisku, z důvodu velké náročnosti úlohy a velkého počtu průřezů papíru. Zejména je důležitá kontrola kolečka nanášejícího lepidlo, které má Ø 9,95 mm a tloušťku 3,38 mm.

4.2 Maximální tisknutelná plocha

Mylné, avšak zcela logické, je přesvědčení, že tiskárna tiskne do velikosti papíru A4. Papíry této velikosti jsou do tiskárny skutečně vkládány, ale musí být brán zřetel na určité okraje, které jsou důležité pro správnou činnost a přesnost tiskárny. Tyto okraje jsou zde především proto, že listy papíru na sebe nelze pokládat zcela přesně, ale mají určité přesahy. A tak až samotným nařezáním okrajů vznikají přesné a rovné okraje. Jako další je důležité zmínit, že při takovýchto okrajích je model po vytištění schován v papírovém kvádru, a je tedy chráněn proti poškození.



Obr.: 4 – Maximální tisknutelné plochy

Velikost udávána výrobcem činí 169 x 256 mm. Tato velikost je hraniční pro správnou funkci tiskárny a produkci dobrých výsledků. Nicméně pro to, aby tiskárna produkovala opravdu kvalitní modely, bylo fakticky zjištěno, že nejvhodnější velikostí tiskové plochy je 160 x 250 mm.

4.3 Minimální limit stavby

4.3.1 Vertikální model

Nesmí být opomenuto, stojící objekt má velice malou plochu pro nanášení lepidla a vzájemnou soudržnost vrstev, která je navíc velice ovlivněna chybou tiskárny. Tou se například myslí přesnost a jednotnost nanášení lepidla. Protože ne vždy je lepidlo naneseno tak říkajíc „stoprocentně“ a vrstvy tedy nejsou zcela dobře slepeny. Vzdálenost kapiček lepidla na papíře je cca 1 mm od sebe. Model se poté může lámat a odpadávají jeho části. Další chybou může být občasné, ne zcela správné, rozřezání všech tvarů objektů. Tedy zejména jejich nedořezání, což může způsobovat problémy zvláště při postprocessingu. Z tohoto důvodu je minimální možný detail velice důležitý.

Při výšce modelu 10 mm není důležité, jakým způsobem jsou vedeny řezné osy, ani jaký tvar základny má model. Minimální detail je zde 2,5 mm pro kulatinu a 3,1 mm pro hranol.

U modelu vysokého 30 mm dopadl model s kulatou podstavou výborně prakticky v jakémkoliv umístění os a jeho minimální detail je 2,5 mm. Ovšem model se čtvercovou podstavou se rozpadá zejména při použití řezných os 2 mm od sebe a musí se dolepovat. Při čtvercovém tvaru má smysl model tisknout od délky strany 4 mm. Jinak se musí provádět velice důsledný dohled nad tiskem a postprocessing provádět obzvlášť pečlivě. Bohužel ani tak není zajištěno, že se menší rozměr vytiskne správně.

Pro model výšky 50 mm, jsou nejvhodnější osy, které model rozdělí zhruba na třetiny. Pak je minimální možný detail 2,5 mm pro kulatinu a 3,1 mm pro hranol. Řezná osa vedena středem způsobila rozlámání modelu při postprocessingu.

4.3.2 Horizontální model

Nejllepšího výsledku bylo jednoznačně dosaženo s horizontálně orientovanými modely. Horizontálně umístěný model má totiž větší styčnou plochu pro lepidlo, tudíž pro slepení, takže je chyba tiskárny eliminována na minimum. Díky těmto větším plochám je model celkově pevnější, protože je zde nanášeno více lepidla. Model také lépe drží pohromadě, a tak nehrozí odtrhávání jeho částí. Takto umístěný model nemá délkové omezení (samozřejmě je omezení maximální tisknutelnou plochou), i při délce 100 mm byl vytištěn zcela výborně. Poloha osy u takto orientovaného modelu není až tak důležitá, ovšem doporučení je, umístit osy na střed, kdy se „vyloupávají“ dvě půlky modelu. Umístění os 2 mm od sebe je také možné, ovšem způsobuje na povrchu „otrhaný“ model.

Jednou z překážek zjištěných při vyhodnocování modelů byly rozdíly v základnách. Při čtvercovém půdorysu staveb nevzniká žádný problém pro postprocessing. Ovšem při kruhovém půdorysu je problémem rozšiřování modelu zdola nahoru (myšlen ležící model). V takovém případě přebytečný papír, který se nachází od poloviny modelu dolů, lze špatně vyloupat. Řešením je v půlce model otočit a začít s postprocessingem z druhé strany. To je ovšem časově náročné a v některých případech členitější stavby nemožné. Dále bylo zjištěno, že není možné tisknout modely menšího průměru/rozměru než 2 mm, protože už při této zmíněné hodnotě se části nařezané vrstvy odlupují a znečišťují kolečko nanášející lepidlo (teoreticky není možné tisknout model menší než 1 mm, protože poté není možné umístit řezné osy. Bez umístění řezných os není možné zpracovat tisk ve SlicelT).

4.3.3 Tabulky s výsledky

V následujících tabulkách jsou uvedeny limity jednotlivých tvarů výtisků, a to:

- 1 = vše v pořádku,
- 2 = výtisk na povrchu „otrhaný“,
- 3 = část výtisku odlomena, ale lze jej spravit,
- 4 = rozlámání výtisk na mnoho částí, který nelze rozumně opravit.

Písmena uvedená za čárkou u jednotlivých tvarů modelů jsou jejich polohy, a sice h = horizontální a v = vertikální poloha.

	Řezná osa středem				
	↕10 mm	↕20 mm	↕30 mm	↕40 mm	↕50 mm
Kužel, h	3 (D)	1	1	1 (C)	1
Kužel, v	1	3	3	3	3

	Řezné osy 2 mm od sebe				
	↕10 mm	↕20 mm	↕30 mm	↕40 mm	↕50 mm
Kužel, h	1	1	1	2	2
Kužel, v	3	3	4	4	3

	Řezné osy 7 mm od sebe				
	↕10 mm	↕20 mm	↕30 mm	↕40 mm	↕50 mm
Kužel, h	1	1	3	2	2 (A)
Kužel, v	3	3	4	4 (F)	3

	Řezná osa středem				
	↕10 mm	↕20 mm	↕30 mm	↕40 mm	↕50 mm
Jehlan, h	1	1	1	1	2 (B)
Jehlan, v	3	3	3	3	4

	Řezné osy 2 mm od sebe				
	↕10 mm	↕20 mm	↕30 mm	↕40 mm	↕50 mm
Jehlan, h	1	1	1	1	1
Jehlan, v	3	3	3	4	4

	Řezné osy 7 mm od sebe				
	↕10 mm	↕20 mm	↕30 mm	↕40 mm	↕50 mm
Jehlan, h	1	1	2	1	1
Jehlan, v	1 (G)	4	4	3	4 (E)

Tab.: 1 – Kužely a jehlany

	Řezná osa středem			Řezné osy 2 mm od sebe		
	Ø3 mm	Ø3,5 mm	Ø2,5 mm	Ø3 mm	Ø3,5 mm	Ø2,5 mm
Kulatina 10 mm, v	1	1 (K)	1	1	1	1
Kulatina 30 mm, v	1	3	1	3	1	4
Kulatina 50 mm, v	3(N)	1	4 (L)	3	1	1
	↔3,6 mm	↔4,1 mm	↔3,1 mm	↔3,6 mm	↔4,1 mm	↔3,1 mm
Hranol 10 mm, v	1	1 (K)	1	4	1	1
Hranol 30 mm, v	3	1	3	3	4	3
Hranol 50 mm, v	4	4	4	3	3	1 (M)

	Řezná osa středem		Řezné osy 2 mm od sebe	
	Ø3 mm	Ø2 mm	Ø3 mm	Ø2 mm
Kulatina 50 mm, h	1	2	2	2
Kulatina 100 mm, h	1	1	2	2 (J)
	↔3 mm	↔2 mm	↔3 mm	↔2 mm
Hranol 50 mm, h	1	1	2	2 (I)
Hranol 100 mm, h	1 (H)	1	2	2

Tab.: 2 – Kulatiny a hranoly

5 ZÁVĚR

Cílem tohoto manuálu bylo shrnout veškeré zjištěné závěry bakalářské práce do stručné a přehledné formy. Dále také doplnit základní technické údaje o tiskárně a popsat její obsluhu. V případě využití tiskárny mohou uživatelé následovat tyto fakticky zjištěné závěry, upravovat jednotlivé modely a dále zlepšovat postup samotného tisku a postprocessingu. Je zde také uvedeno základní shrnutí zjištěných údajů pro okamžité použití při práci s tiskárnou.

Maximální výška stavby: Je 150 mm, tj. zhruba 1500 kusů papírů gramáže 80 g/m².

Maximální tisknutelná plocha: Limitní velikost pro správnou funkci tiskárny činí 169 x 256 mm. Ovšem pro produkci opravdu kvalitních výsledků je vhodné užití velikosti tiskové plochy 160 x 250 mm.

Minimální limit stavby pro vertikální model: Při výšce modelu 10 mm je limit 2,5 mm pro kulatou podstavu a 3,1 mm pro čtvercovou podstavu. U modelu vysokého 30 mm je limit 2,5 mm pro kulatou podstavu. Při čtvercovém tvaru má smysl model tisknout od délky strany 4 mm, nejvhodnější je použití řezných os vedených středem. Pro model výšky 50 mm je limit 2,5 mm pro kulatou podstavu a 3,1 mm pro čtvercovou podstavu, vhodné umístit osy tak, aby model dělily zhruba na třetiny.

Minimální limit stavby pro horizontální model: Není možné tisknout menší průměr/rozměr než 2 mm (teoreticky není možné tisknout model menší než 1 mm, protože poté není možné umístit řezné osy ve SliceIT). Doporučuje se umístit řeznou osu na střed.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

3dprint [online]. 2015 [cit. 2017-06-21]. 3dprint. Dostupné z WWW: < https://3dprint.com/wp-content/uploads/2015/05/3dp_mcore_iris-e1432067454255.jpeg>.

Matrix 300+ / IRIS Training & Set-up Manual. Dunleer, Irsko, 2015.

BURIAN Tomas, BRUS Jan, 3D PRINTING FOR SUPPORTING TEACHING AND LEARNING IN GISCIENCE. In: SGEM2016: Conference Proceedings. Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd., 2016, ISBN 978-619-7105-58-2 / ISSN 1314-2704, June 28 - July 6, 2016, Book2 Vol. 1, 547-552 pp.

VTP UP [online]. 2017 [cit. 2017-08-03]. 3D tisk podle odvětví. Dostupné z WWW: < <http://www.uprint3d.cz/wp-content/uploads/2017/03/Postava-pap%C3%ADr-590x332.jpg>>.