1. **ODD Protokol (Dle Grimm a kol., 2010)**

**Obecný přehled**

**Účel**

**Jaký je účel modelu?**

Modelování pohybu včel v závislosti na prostředí (výškové poměry a krajinný pokryv)

**Entity, stavové proměnné a měřítka**

**Jaké typy entit jsou přítomny v modelu?**

Úly (výchozí body), včely (prozkoumávající okolí), buňky s odporem (tvořící prostor)

**Jakými atributy jsou entity charakterizovány?**

Úl: velikost, barva

Včela: velikost, barva, infekce

Buňka: barva, odpor (dle nahraných dat), Color\_value (přítomnost ohniska, prozkoumaná buňka)

**Jaké je prostorové a časové rozlišení a jaké jsou rozměry prostoru?**

Prostorové: Velikost buňky v modelu je 70m.

Časové: Doba běhu je 100 kroků odpovídající maximální vzdálenosti, kterou uletí včela při průzkumu (sedm kilometrů).

Rozměry: Grid o velikosti 14 x 14 kilometrů (200 x 200 buněk)

**Přehled procesů**

**Co dělá která entita a v jakém pořadí?**

Včela prozkoumává své okolí – volí směr pohybu. Po provedení akce je prostřednictvím dotazu změněna proměnná color\_value u buňky pro záznam již prozkoumaného území.

Pokud včela dorazí do ohniska, je vytvořena nová včela v úlu, simulace se zastaví, nakažená včela v dalším kroku umírá a simulace pokračuje.

**Koncepty konstrukce**

**Základní principy**

**Jaké základní koncepty, teorie, hypotézy, modelovací přístupy jsou zahrnuty v modelu?**

Základní chování agentů spočívá ve výběru, některého ze sousedů s nižším odporem pro pohyb. Jedná se o výšková data a data krajinného pokryvu. Dle teorie by včela při volbě směru pro další pohyb měla preferovat prostředí s menším odporem a potencionálním zdrojem potravy. Výšková data slouží pro ověření hypotézy o vlivu bariér (hřeben vrchů) na pohyb a šíření moru včelího plodu. Včely při průzkumu uletí sedm kilometrů. Celkový přehled zahrnutých konceptů a teorií je popsán v kapitolách 3.2, a 8.1  diplomové práce Integrace a praktické využití prostorových agentně založených modelů.

**Emergence**

**Jak výsledky se mohou neočekávaně měnit v zavilosti na chování agentů a změnám prostředí?**

S určitou pravděpodobností může agent zvolit, sousední buňky s větším odporem, což ovlivňuje prozkoumané území. Agenty mění vlastnosti prostředí v závislosti na průzkumu. Výběr souseda pro pohyb je určen dle podmínky: Vyber jednu z buněk s menším odporem a zároveň nesmí být buňka již prozkoumána. Rozhodování je tedy ovlivněno i předchozími agenty, které navštívily stejné místo. Následující agent musí tedy upravit své chování dle změněných vlastností prostředí, které jsou při každém běhu simulace odlišné v závislosti na předchozích rozhodnutích.

**Adaptace**

**Jak agenty reagují na změnu podmínek v prostředí nebo ostatních agentů?**

Agenty při výběru směru vyřadí již prozkoumané sousedy, je-li to možné.

**Úkoly**

**Pokud adaptace slouží ke zvýšení úspěchu, jaký je úkol?**

Úkolem agenta je prozkoumat co největší území za účelem nálezu zdroje potravy.

**Učení**

Tento princip není v modelu implementován.

**Predikce**

Tento princip není v modelu implementován.

**Vnímání**

**Jaké proměnné prostředí ovlivňují chování agentů?**

Výběr buňky pro další pohyb probíhá v předefinovaném Moorově okolí (osm sousedních buněk). Zjišťována je informace o hodnotě odporu, a zda se nejedná ohnisko či již navštívenou buňku

**Interakce**

**Jak je v modelu zahrnuta interakce?**

Probíhá skrz změnu vlastností prostředí agenty.

**Náhodnost**

**Jaké procesy se odehrávají náhodně nebo částečně náhodně?**

Pro zahrnutí stresových podmínek u agentů je v modelu s 20% pravděpodobností zahrnuta varianta volby prostředí s větším odporem pro pohyb. Zmíněný parametr je možné upravit podle konkrétní studie.

Výběr směru vždy probíhá dle podmínky: Vyber jednoho ze sousedů s nižším odporem. Hlavním důvodem je více přiblížit chování agentů modelovanému systému. Agent (včela) nemá úplnou informaci, který směr je nejvýhodnější (výška sousedních buněk se může lišit jen nepatrně) a je tedy zvolena některá ze sousedních buněk s nižším odporem nikoliv ta s nejnižším.

V případě, že žádný ze sousedů nesplňuje podmínku, je výběr náhodný.

**Kolektivy**

**Jsou jedinci součástí kolektivu? Je přítomno kolektivní chování?**

Všechny včely jsou součástí jednoho ze tří typu agentů včela. Společně prozkoumávají území při hledání potravy. Výsledkem modelu je prozkoumaná oblast všemi agenty.

**Pozorování**

**Jakým způsobem jsou sbírána a ukládána data pro analýzu?**

Hodnoty proměnné color\_value změněné agenty v rámci průzkumu jsou uloženy spolu s celým prostorem tvořeným buňkami do souboru formátu Shapefile po skončení simulace. Výstupem je mřížka, skládající se ze sektorů s informací o návštěvě včely v průběhu simulace.

**Detaily**

**Inicializace**

**Jaký je počáteční stav modelu? Které entity kolik a s jakými atributy jsou přítomny na počátku simulace?**

Při inicializaci je vytvořen prostor s hodnotami odporu určených vstupním souborem. Souřadnice jsou určeny vektorovou mřížkou, která je nahrána spolu s prostorem.

Agenty typu včela a úl mají určeny počáteční souřadnice vycházející ze skutečné polohy včelnic. V modelu je počítáno se třemi úly a v prvním kroku je inicializováno maximálně 27 včel. Není-li počítáno s ohnisky je počáteční hodnota color\_value všech buněk rovna nule. Vizualizace prostoru je dána dle hodnoty odporu prostředí určené vstupním souborem.

**Vstupní data**

**Používá model vstupní data z vnějších zdrojů?**

K vytvoření prostředí může být využito výškových dat (V České republice například digitální model reliéfu 5G od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního v rozměrech modelovaného území. Pro odpor krajinného pokryvu lze použit datovou sadu CORINE Land Cover po převedení příslušných kategorií typu pokryvu na hodnoty odporu a použití rastrového formátu PNG. Rozměry by s ohledem na výpočetní kapacity použitého software neměly přesáhnout 200 x 200 pixelů a je vhodné, aby vstupní rastry byly převzorkovány na rozlišení 70 m. Celkový odpor prostředí lze modelovat pomocí kombinace zmíněných zdrojů po úpravě váhy výškových dat. Pro potřeby ukládání a analýzy musí být součástí i vektorová mřížka formátu Shapefile stejných rozměrů jako importované soubory prostředí. Výchozí bod odpovídá poloze včelnice ve skutečnosti.

**Submodely**

Model neobsahuje submodely.