

Modifikovaný Ishikawa diagram jako nástroj znalostního mapování agronomických postupů

*Modified Ishikawa Diagram as a Tool
for Knowledge-Mapping of Agronomic Practices*

Petr Kedaj*, Josef Pavlíček*

Abstrakt

V tomto článku bude popsána nově navržená metoda pro grafické zaznamenávání agronomických postupů pěstování kulturních plodin. V námi navržené metodě bereme v úvahu vliv počátečních faktorů, nutnost časové sledu jednotlivých úkonů a možnost využití těchto informací pro tvorbu znalostních bází. Dále zde budou popsány metody znalostního mapování: myšlenkové mapy, koncepční mapy a kognitivní mapy a metoda Ishikawa diagramu, z něhož námi navrhovaná metoda vychází. Zmíněné metody znalostního mapování byly následně kvalitativně konfrontovány s námi navrženou metodou. Výsledky tohoto šetření naznačují vysoký potenciál využitelnosti námi předložené metody v agronomii. V závěru tohoto článku navrhuje další kroky pro zvýšení využitelnosti nově popsané metody.

Klíčová slova: Znalostní inženýrství, Znalostní mapy, Ishikawa diagram.

Abstract

This article describes a novel method of graphical representation of agronomic practices in crop production. The influence of initial factors, the need to follow a chronology of individual operations and the possibility of using this information for creating a knowledge base are all considered in the method designed. Consequently, alternate methods of knowledge mapping are described: Mind maps, conceptual maps, cognitive maps as well as Ishikawa diagram, which is the main inspiration for our method. These established methods of knowledge mapping have been confronted with the method proposed by our research team using a qualitative survey. Results of this study suggest a high potential of use of our method in agronomy. At the end of this article, we propose additional steps for possible improvements in usability of the method described.

Keywords: Knowledge Engineering, Knowledge Maps, Ishikawa Diagram.

* Department of Information Engineering, Faculty of Economics and Management,
Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6, Czech Republic
✉ kedaj@pef.czu.cz, pavlicek@pef.czu.cz

1 Úvod

Dnešní dobu mnoho světových odborníků označuje termínem informační společnost, kdy využívání informačních technologií se stalo nedílnou součástí každodenního života. Díky tomu představuje množství informací a znalosti pro jejich zpracování a jejich správné využívání jeden z klíčových faktorů pro úspěch v jakémkoli oboru. Agronomický sektor není výjimkou. Avšak právě v českém agronomickém sektoru, není využívání informačních technologií běžné.

Každý podnik, který se zabývá rostlinnou výrobou, musí mít ve svých řadách jednoho i více lidí (agronomů), kteří mají dostatečné znalosti a zkušenosti s pěstováním různých plodin a jejich odrůd. Na tyto lidi je kladen nesmírný tlak z hlediska rozhodování, protože každá jejich volba přímo rozhoduje o budoucích příjmech nebo ztrátách podniku. Tento tlak je ovšem možné do jisté míry redukovat právě vhodně využitými informačními technologiemi. Hovoříme o systémech pro podporu rozhodování neboli o znalostních systémech.

1.1 Cíle výzkumného týmu

Cílem našeho výzkumného týmu byla kvalitativní konfrontace námi navrženého diagramu s diagramy pro znalostní mapování popsány v následující kapitole. Zmíněný cíl byl splněn a jeho výsledky jsou popsány v tomto článku.

2 Rešerše a výzkumné metody

Znalostní inženýrství je podle (Mařík et al., 1997) jeden z klíčových vědních oborů spadajících do problematiky umělé inteligence, který se zabývá veškerými aktivitami spjatými s naplňováním znalostních systémů znalostmi. Znalosti jsou nejčastěji získávány od expertů nebo induktivně odvozovány z datových souborů. Vytváření znalostní báze nikdy není jednorázová akce, pokaždé se jedná o dlouhodobý proces získávání, jejich vyhledávání, identifikace a kódování do příslušného tvaru přizpůsobeného inferenčnímu mechanismu.

Při tvorbě znalostní báze je nezbytná spolupráce mezi znalostním inženýrem a expertem v daném oboru a to i v případech, kdy se znalosti získávají prostřednictvím indukce z datových souborů. V rámci této spolupráce jsou často využívány znalostní mapy (Gordon, 2000), které mohou být použity jako nástroj pro objevování a získávání znalostí. Znalostní mapy jsou děleny na tři základní typy (Gordon, 2000): myšlenkové mapy, koncepční mapy a kognitivní mapy. O využití znalostního mapování v agronomii se zmiňuje i zdroj (Brožová et al., 2008).

2.1 Myšlenkové mapy

Myšlenkové mapy jsou diagramem, který se používá pro reprezentaci slov, myšlenek či poznatků provázaných a rovnoměrně umístěných okolo klíčového slova nebo myšlenky. Myšlenkové mapy se běžně využívají k zobecňování, strukturování, klasifikaci myšlenek, studiu, organizaci, řešení problémů a tvorbě rozhodování (Buzan, 1996). Tento nástroj v sobě skýtá řadu nevýhod a hodí se spíše pro prvotní proces získávání znalostí. Mezi tyto nevýhody se může například řadit redundance dat, chaotičnost ve struktuře. Problematika užití myšlenkových map v praxi byla řešena naším týmem v (Kedaj et al., 2014) a je i popsána ve zdroji (Mildeová, 2013).

2.2 Koncepční mapy

Koncepční mapa neboli konceptní diagram je podle (Novak & Cañas, 2006) grafický nástroj pro zaznamenání vztahů mezi pojmy. Tento nástroj běžně používají designéři, znalostní inženýři, tvůrci technických dokumentací k uspořádání a strukturování znalostí. Konceptní mapa reprezentuje nápady a informace jako boxy nebo kruhy, které spojuje s orientovanými šipkami do stromově orientované hierarchické struktury. Vztahy mezi pojmy je možné vyjádřit prostřednictvím spojujících frází.

2.3 Kognitivní mapy

Šubrt et al. (2010) popisují kognitivní mapy jako pro evidování mentálních procesů složených ze sekvencí psychologických transformací, které může jedinec získat, kódovat, ukládat a odvozovat, které jsou součástí každodenního života.

Dále v tomto samém zdroji je uveden poznatek o Edwardu C. Tolmanovi (1948). Kognitivní mapy byly studovány pro mnoho oborových celků jako například pro: psychologii, vzdělávání, archeologii, plánování, geografii a management.

Kognitivní mapa reprezentuje osobní koncepty jako body a kauzální vazby mezi těmito koncepty a jsou reprezentovány prostřednictvím orientovaných šipek mezi jednotlivými body. (Hwang & Lin, 1987)

2.4 Ishikawa diagram

Podle zdroje (Lévy, 2007) je Ishikawa diagram neboli diagram příčin a následků, nástroj pro řešení úloh pro určení pravděpodobné příčiny problému. Je používán například při brainstormingu, během nějž jsou hledány všechny potenciální zdroje problému. Při sestavování diagramu tvoří problém hlavu pomyslné rybí kosti a hlavní kosti vedoucí od páteře znamenají oblasti či kategorie, ve kterých se může problém nacházet. Vedlejší kosti pak znamenají konkrétní potenciální příčiny. Takto lze diagram vést ve více úrovních příčin a podpříčin. Obvykle se však doporučuje použít nejvýše 2 úrovně.

3 Řešení a výsledky

Hlavním cílem našeho výzkumného záměru bylo navržení přehledného a jednoduchého diagramu, který bude sloužit jako zdroj dat, informací i znalostí pro obor znalostního inženýrství a zároveň jako nástroj pro zaznamenávání metodik z oboru rostlinné výroby.

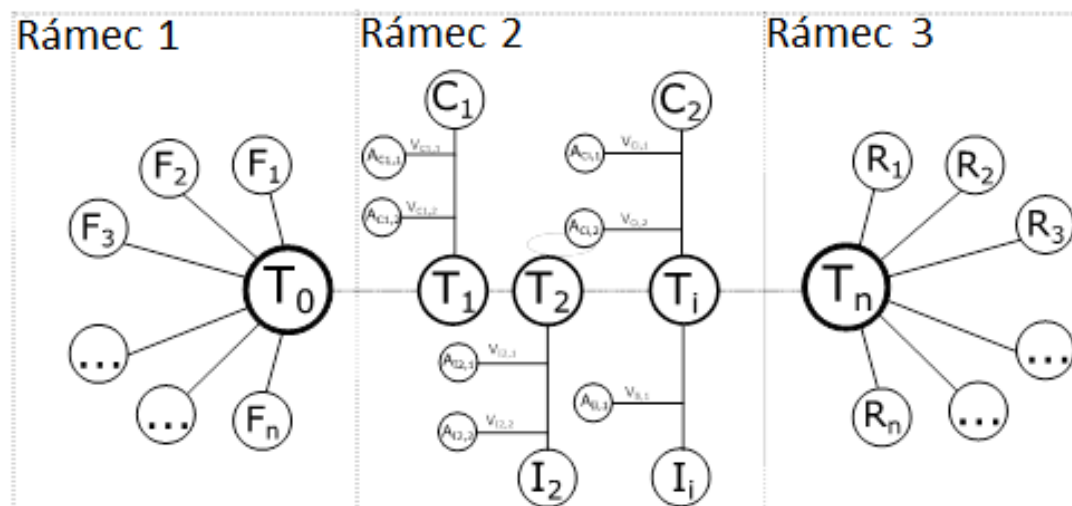
3.1 Vznik a popis nově navržené metody

Pro modelování znalostí a postupů v agronomii jsme původně zvolili dvojici metod: metodu myšlenkových a konceptních map, jak doporučoval informační zdroj (Šubrt et al., 2010). Zvolením těchto metod jsme narazili na dva zásadní problémy:

- přílišná komplikovanost s vyjádřením časové závislosti,
- nepřehlednost a nejasnost těchto map jak pro agronomického pracovníka, tak pro znalostního inženýra.

Z toho důvodu náš výzkumný tým začal nahlížet na problematiku agronomických postupů z jiné perspektivy. Agronomický postup pro nás představoval sekvenci úkonů, kde výsledek je přímo závislý na předchozích technologických vstupech a na počátečních faktorech. Z toho důvodu jsme se rozhodli využít metody Ishikawa diagram, který se běžně používá pro

identifikaci příčin a následků. Tento typ diagramu jsme modifikovali do formy pro zaznamenávání agronomických postupů tím, že jsme jej zkombinovali s metodou myšlenkových map, přidali časovou osu a zaměnili vnitřní části diagramu rybí kosti pro specifickou problematiku záznamu agronomických postupů. Navržená metoda tedy představuje grafickou analogii diagramu rybí kosti zkombinovanou s metodou pro znalostní mapování. Modifikovaný Ishikawa diagram je znázorněn na obr. 1. a jeho praktické použití demonstrováno na obr. 2.



Obr. 1. Obecné znázornění naší metody. Zdroj autoři

Zkratka	Význam
1 F ₁ -F _n	Množina počátečních faktorů
2 T ₀ -T _n	Týdny od zasetí po sklizeň
3 C ₁ -C _{n-1}	Kontroly provedené v příslušných týdnech
4 I ₁ -I _{n-1}	Technologické vstupy
5 A	Atributy
6 V	Průměrné hodnoty z měření
7 R ₁ -R _n	Množina výsledků

Tab. 1. Vysvětlení zkratk z obr. 2. Zdroj Autoři.

Tento modifikovaný diagram je možné rozdělit na tři stěžejní části:

- **Počáteční stav** (obr. 1. rámeček č. 1) slouží k evidenci počátečních faktorů, jako jsou například: úprava půdy, datum setí, odrůda plodiny, typ hnojení, typ půdy, nadmořská výška a podobně. Tyto faktory jsou neměnné v rámci celé metody pěstování dané plodiny (pokud je něco vyseto nebo aplikováno, není možné to vzít zpět).
- **Sekvence úkonů** (obr. 1. rámeček č. 2) představuje časovou osu složenou z relevantních dat. Každému datu je možné přiřadit dvě na sobě nezávislé operace: kontrola a prostředek. Operace kontrola (nad časovou osou) má za účel evidovat průměrné hodnoty atributů daných plodin ve vybraných týdnech. Těmito hodnotami mohou být

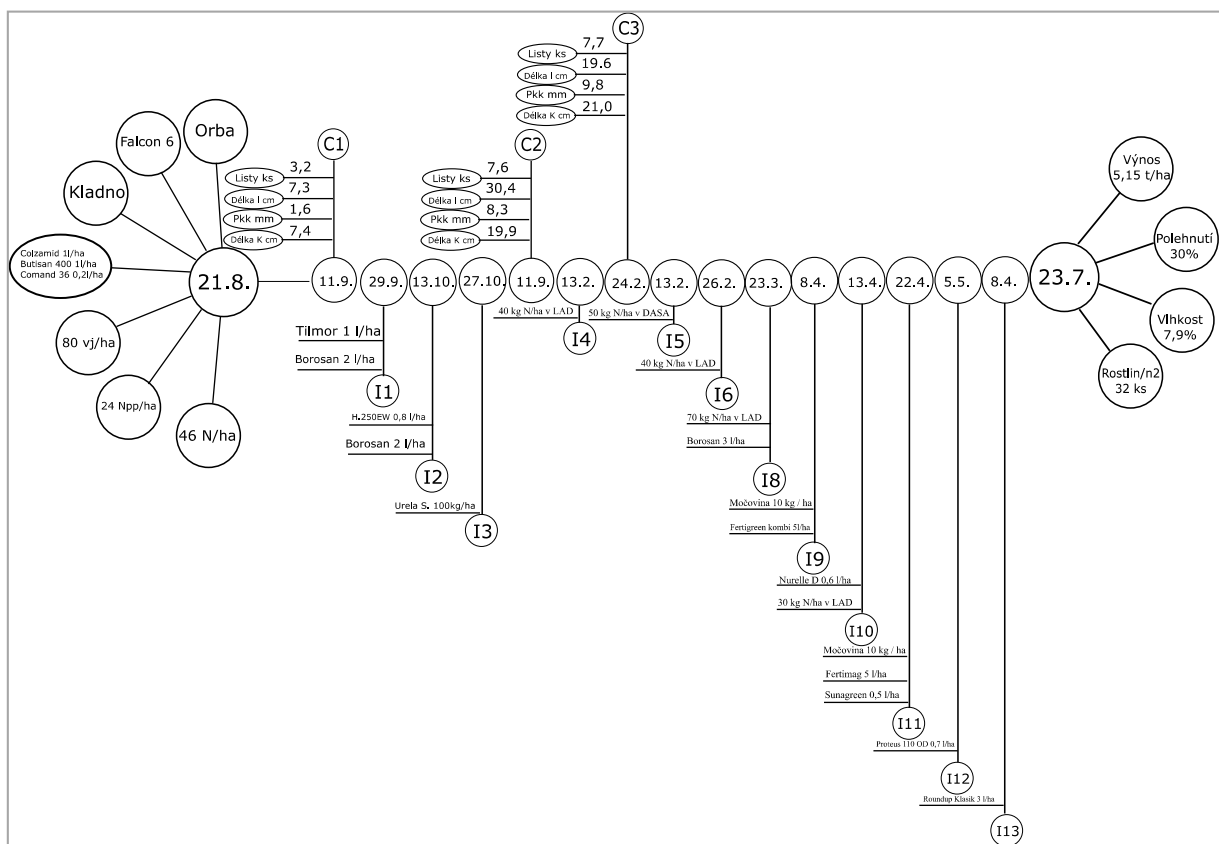
například: délka kořene, délka nadzemní části rostliny, průměr kořenového krčku, počet listů, délka listů a podobě (Bečka et al., 2014). Operace prostředek (pod časovou osou) představuje technologický zásah do porostu jako například: postřiky proti negativním faktorům, přihnojení, regulace a podobně.

- A v poslední řadě **koncový stav** (obr. 1. rámeček č. 3) představuje reálné výsledky při sklizni. Mezi tyto výsledky se bude řadit: výnos na hektar, vlhkost, podíl oleje, hmotnost tisíce semen a podobně. Výsledné hodnoty jsou přímo vázané na počátečním stavu a na posloupnosti aplikací prostředků vzhledem k času.

Zdůvodnění charakteru dat v metodě:

Data by bylo možné reprezentovat i intervalově podle naměřených hodnot ale vzhledem k tomu, že tato metoda je cílena i pro agronomické pracovníky, kteří pracují spíše s průměrnými hodnotami než intervaly, byly inputové vazby brány jako pevná data průměrných hodnot měření v kostře grafu.

Outputy jsme brali opět jako konkrétní hodnoty (reálné a naměřené hodnoty při sklizni). Jme obeznámeni se skutečností, že v průběhu vegetačního cyklu hráli významnou roli i jiné faktory, které nejsou zaznamenávány prostřednictvím této metody (srážky, teplota, vítr a jiné), ale jsou k dispozici na jiných zdrojích. Tato metoda primárně slouží pro zaznamenávání již nastalé skutečnosti, nikoliv k prognostice. Z toho důvodu pracujeme s absolutními hodnotami.



Obr. 2. Intenzitní metoda pěstování řepky ozimé. Zdroj Autoři.

3.2 Vyhodnocení z hlediska použitelnosti v praxi

Prvním naším cílem byla konfrontace již existujících metod z problematiky znalostního mapování. Tato konfrontace byla provedena agronomy formou bodového hodnocení charakteristik použitelnosti vymezených ve SQuaRE. Pro volbu této metody jsme byli inspirováni hodnocením použitelnosti Jakoba Nielsena (Nielsen, 1996).

S hodnocením souhlasilo 29 z 65 oslovených agronomických expertů (naš znalostní inženýr osobně cestoval na zemědělské podniky, vedl rozhovory s agronomy, kteří následně přiřazovali metodám body). Agronomové přiřazovali body od 1 do 5 na každou charakteristiku vzhledem k agronomické praxi. V tab. 2 jsou uvedeny četnosti pro přidělené body jednotlivým charakteristikám použitelnosti pro jednotlivé metody.

Z konfrontace metod je patrné, že náš Modifikovaný Ishikawa diagram celkově dosahoval nejlepších hodnocení pro přímé využití v praxi a to přímo od cílové skupiny expertů v agronomickém sektoru.

Charakteristika	Metoda	5 bodů	4 body	3 Body	2 body	1 bod
Srozumitelnost	Naše metoda	2	10	8	6	3
	Myšlenkové mapy	0	5	9	9	6
	Koncepční mapy	0	4	11	8	6
	Kognitivní mapy	0	3	8	11	7
Naučitelnost	Naše metoda	2	6	14	7	0
	Myšlenkové mapy	3	8	13	5	0
	Koncepční mapy	0	3	9	11	6
	Kognitivní mapy	0	2	9	11	7
Provozovatelnost	Naše metoda	0	9	11	4	5
	Myšlenkové mapy	0	3	9	12	5
	Koncepční mapy	0	4	9	9	7
	Kognitivní mapy	0	1	7	12	9
Atraktivnost	Naše metoda	3	9	10	4	3
	Myšlenkové mapy	2	12	11	3	1
	Koncepční mapy	0	4	9	12	4
	Kognitivní mapy	0	1	8	14	6

Tab. 2. Četnosti bodového hodnocení. Zdroj Autoři.

4 Diskuse

Na základě výsledku konfrontace metod, kdy se ukázalo, že Modifikovaný Ishikawa diagram může představovat použitelný nástroj pro agronomickou praxi, náš výzkumný tým začal řešit další dílčí cíle výzkumného záměru. Druhým dílčím cílem je formalizovat Modifikovaný Ishikawa diagram do formy tisknutelných šablon a využít jej jako zdroj dat, informací a znalostí pro tvorbu znalostní báze plánovacího expertního systému.

Třetí dílčí cíl představuje vytvoření funkční aplikace pro agronomy, která bude plnit funkci pro záznam postupu pěstování a navíc bude schopna doporučovat metodu pro získání určitého množství požadovaného výstupu (výnos, vlhkost, množství oleje...). Tato aplikace bude mít za úkol doporučovat postupy pěstování, které v minulých letech vedly ke konkrétním

výsledkům. V rámci tvorby aplikačního prototypu uvažujeme o třech přístupech k tvorbě doporučení. První přístup zahrnuje provedení shlukové analýzy na datech a prostřednictvím této analýzy identifikovat meze intervalů pro jednotlivé shluky a vytvořit datový soubor IF THEN pravidel pro metody pěstování. Druhý přístup zahrnuje zkonstruování neuronové sítě, která dokáže kategorizovat měřená data na základě dat z předchozích let a poskytovat informace o čase a nezbytném dalším kroku pro maximalizaci výsledků metody. Třetí přístup zahrnuje sestavení vektorů dat a prostřednictvím metody nejbližšího souseda vyhledávat podobné (ideálně totožné) vektory dat z let minulých a na základě této podobnosti doporučovat či nedoporučovat kroky z metody pěstování.

Před tím, než náš výzkumný tým přistoupí ke tvorbě funkční aplikace, je nutné zvolit optimální přístup z výše zmíněných. Pro tuto volbu je nezbytné testovat jednotlivé přístupy na obsáhlém zdroji dat. Každý zmíněný přístup v sobě zahrnuje problematiku, které budou zapotřebí řešit, aby aplikace pro agronomy dospěla svého zdárného vytvoření a zprovoznění.

5 Závěr

První dílčí cíl již byl splněn a výsledky konfrontace jsou uvedeny v tomto článku. Díky této skutečnosti námi navrhovaná metoda z hlediska použitelnosti vychází jako nástroj, který by bylo možné uplatnit v agronomické praxi. Bere v úvahu relevantní vliv počátečních faktorů a společně se sekvencí jednotlivých úkonů představuje metodický vektor vedoucí k určitým výsledkům.

Tým autorů pracuje na softwarovém produktu určeném pro agronomy, který by bylo možno provozovat jako aplikaci na mobilním zařízení, tabletu a notebooku. Jednotlivé kroky tvorby a možnosti využití aplikace budeme dále publikovat. Současně se softwarovým produktem připravujeme i vhodné šablony (ve formátu PDF), které sníží náklady na vytvoření znalostní báze na minimum. V agronomickém sektoru se z řady logických důvodů stále využívá tužka a papír. Proto je i formalizace diagramu do formy tisknutelných šablon (a jejich případného strojového zpracování) dalším krokem výzkumu našeho týmu.

Seznam použitých zdrojů

- Bečka, B., Bokor, P., Vašák, J. & Béreš, J.** (2014). Výsledky odrůdových pokusů s řepkou ozimou v roce 2013/2014 na slovensku. In *Prosperující olejniny 2014*, (pp. 17-20). Praha: ČZU.
- Brožová, H., Šubrt, T. & Bartoška, J.** (2008). Knowledge maps in agriculture and rural development. *Agricultural Economics*, 54(11), 546–553.
- Buzan, T.** (1996). *The Mind map book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential*. London: Penguin books.
- Gordon, J. L.** (2000). Creating knowledge maps by exploiting dependent relationships. *Knowledge-based systems*, 13(2-3), 71-79. doi: [10.1016/S0950-7051\(00\)00048-4](https://doi.org/10.1016/S0950-7051(00)00048-4)
- Hwang, C. L., & Lin, M. J.** (1987). *Group decision making under multiple criteria: methods and applications*. Berlin: Springer.
- Kedaj P., Pavlíček J. & Hanzlík, P.** (2014). Effective Mind Maps in E-learning. *Acta Informatica Pragensia*, 3(3), 239–250. doi: [10.18267/j.aip.51](https://doi.org/10.18267/j.aip.51)
- Lévay, R.** (2007). *Diagramy příčin a následků*. Retrieved from <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=26>
- Mařík, V., Štěpánková, O., & Lažanský, J.** (1997). *Umělá inteligence 2*. Praha: Academia Praha.
- Mildeová, S.** (2013) Research Problem Description and Definition: From Mental Map to Connection Circle. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 6(4), 328-335. doi: [10.7160/eriesj.2013.060409](https://doi.org/10.7160/eriesj.2013.060409)

- Nielsen, J.** (1996). Usability metrics: Tracking interface improvements. *IEEE Software*, 13(6), 12-13.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J.** (2008). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 2008-01. Pensacola: Institute for Human and Machine Cognition.
- Šubrt, T. et al.** (2010). *Mastering knowledge*. Praha: Alfa Publishing.
- Tolaman, E. C.** (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189-208.
doi: [10.1037/h0061626](https://doi.org/10.1037/h0061626)