

APLIKACE VÍCEKRITÉRIÁLNÍ ANALÝZY NA OBJEKTY PRO JÍMÁNÍ PODZEMNÍ VODY

**Ing. Blanka Ježková, doc. Ing. Iva Čiháková, CSc.,
Ing. Kateřina Slavičková, Ph.D., Ing. Filip Horký**

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství, Thákurova 7, 166 29, Praha 6

Úvod

Riziková analýza je progresivně se rozvíjející obor uplatňovaný v mnoha inženýrských odvětvích. Teoretické poznatky, které byly v posledních letech získány v ostatních technických odvětvích, se postupně začínají aplikovat i ve vodárenství. [1] V současnosti se problematice spolehlivosti a analýzy rizik vodárenských distribučních systémů věnuje již mnoho skupin, často však postihují pouze dílčí problémy.

U vodárenských systémů je však třeba na rozdíl od jiných odvětví dávat důraz především na komplexnost a pohlížet na ně jako na celek, a ne jako na několik oddělených problémů. Aby mohla být pitná voda dodána až ke spotřebiteli, musí fungovat každý jednotlivý prvek systému zásobování vodou, od zdroje až po kohoutek. Tento příspěvek je součástí řešení projektu SGS 10802410, *Rizika při zásobování vodou od zdroje ke spotřebiteli*, jehož cílem je právě komplexní náhled na tuto problematiku.

V textu je pozornost věnována objektům na jímání podzemní vody. Vytvoření jednotného systému pro bodování těchto zdrojů je poměrně složité, protože existuje více různých typů jímacích objektů, které se liší způsobem provedení, materiálem, nebo typem podzemní vody, která je jímána (puklinová, podpovrchová, kvartérní, křídlová a další). I stáří jednotlivých objektů se může výrazně lišit, od několika měsíců až po sto let (štoly, jímací zářezy). Tím dochází i k použití rozdílných technologií při výstavbě zdrojů z hlediska technické vyspělosti daného období. Často také dochází k sdružování různých typů jímacích objektů do jednoho celku.

K této problematice je tedy potřeba přistupovat velmi pečlivě a individuálně.

Teorie vícekritériálního rozhodování

Teorie multikritériálního (vícekritériálního) rozhodování je založena na matematickém modelování. Rozhodnutím rozumíme vybrání jedné varianty ze seznamu v dané situaci potenciálně realizovatelných variant na základě většího množství kritérií. Jedná se o metodu, jejímž hlavním cílem je shrnout a utřídit informace o větším množství různých variant.

Kritéria jsou hlediska, podle kterých jsou jednotlivé varianty posuzovány. Jednotlivým kritériím jsou přiřazovány váhy, které vyjadřují jejich relativní důležitost v rámci celku.

Kritéria, podle kterých jsou vybírány nejvýhodnější varianty, dělíme podle povahy na:

- Kritéria maximalizační: při rozhodování vycházíme z toho, že žádoucí je vyšší hodnota kritéria
- Kritéria minimalizační: žádoucí je nižší hodnota kritéria

V tomto případě jsou kritéria takzvaně minimalizační, tedy čím méně bodů kritérium získá, tím lépe.[2]

Metoda Topsis

Pro zpracování a vyhodnocení analýzy jímacích objektů na jímání surové vody, jsem zvolila metodu Topsis. Princip této metody je minimalizace vzdálenosti od ideální varianty a maximalizace vzdálenosti od varianty bazální. Ideální variantou je ta varianta, u které všechna kritéria dosahují nejlepších hodnot, většinou se jedná o hypotetickou (neexistující) variantu. Požadovanými vstupními údaji jsou kritériální hodnoty pro jednotlivé varianty a váhy kritérií.

Samotné vyhodnocení je prováděno pomocí SW modulu MCAkosa, který má formu doplňku pro tabulkový procesor MS Excel. A byl vyvíjen od roku 1995 ve spolupráci České zemědělské univerzity v Praze, Vysoké školy ekonomické v Praze a University of Udine.

Postup vytváření hodnotícího systému

Při vytváření hodnotícího systému jsem nejprve vytvořila samostatné hodnotící formuláře pro jednotlivé objekty (jímací zářez, štola, studna, vrt, sběrná šachta), které plní formu pasportů těchto objektů. V těchto formulářích jsou popsána všechna kritéria relevantní pro jímání surové vody. Hlavní vlastností těchto formulářů má být obecnost při zachování dostatečné podrobnosti, formuláře by také měly být snadno pochopitelné a odolné proti subjektivním chybám, nemají umožňovat příliš velkou šíři výkladu způsobu hodnocení. Pro subjektivní ohodnocení slouží pasáž pro slovní popis stavu objektu.

Jednotlivé jímací objekty jsou posuzovány z hlediska provozního, hodnotí se především to, co je možné vidět a snadno změřit, neposuzuje se hledisko biologické, ani bakteriologické, také se neposuzují další možné vlivy v jímacím území (stav celého ochranného pásma, hydrogeologie), to by pouze formuláře prodlužovalo a činilo je hůře zpracovatelnými.

V každém formuláři je na prvním místě identifikace jímacího objektu tak, aby bylo jednoznačně specifikováno, o který se jedná. Mezi základní informace patří, kde se objekt nachází, jeho provozní a identifikační číslo. Dále následuje informace o jímaném množství, původním a v momentě vyplňování formuláře, pokud není známo jímané množství v době vzniku jímacího objektu, zapisuje se nejstarší známý údaj spolu s datem, kdy byl stanoven.

Poté následuje samotné hodnocení konkrétního objektu. Ve formuláři se nachází také část pro slovní popis objektu, pro schéma návaznosti na ostatní vodárenské systémy, a nakonec je zde i stručný náčrt objektu s popisky, pro snadnější orientaci v jednotlivých položkách.

Tabulka 1. Ukázka formuláře na hodnocení stavu objektu Štola (Galerie)

Název		Provozní č.		ID. Č.	
Kraj		Okres		Obec	

Q (původní)	
Q (stávající)	

Pramenní vývěr

Položka č.		Rozložení bodů pro váhy	Hodnocený ukazatel	Body	Přidělené body
B1	Štola - puklina	30	Původní vydatnost, nebo nepatrně snižená	0	0
			Snížená vydatnost-výrazně	15	
			Z pukliny nevytéká žádná voda	30	

Suma bodů pro váhy 30 Cekem dosaženo bodů 0

Stavební objekt štola

Položka č.		Rozložení bodů pro váhy	Hodnocený ukazatel	Body	Přidělené body
A1	Vstup do objektu	10	Vstup (vrata/poklop) ve výborném stavu nebo zcela nový, zcela plní funkci	0	0
			Vstup (vrata/poklop) poškozený, špatně se otevírá/zavírá	5	
			Vstup (vrata/poklop) chybí nebo je velmi poškozený	10	
A2	Žebřík	10	Žebřík nový nebo ve velmi dobrém stavu (nebo pro tento typ objektu není potřeba)	0	0
			Žebřík středně poškozený částečně plní funkci, neohrožuje bezpečnost vstupu	5	
			Silná koroze, chybí některé příče, ohrožuje bezpečnost	10	
C9	Štola - stěny, strop	25	Ve velmi dobrém stavu	0	0
			Části stěn odpadávají, stav není havarijní	12,5	
			Velmi špatný stav, odpadávají kusy stěn, nestabilní, nebezpečné	25	
C10	Štola - žlab na vodu	25	Ve velmi dobrém stavu	0	0
			Žlab částečně zanesený, netěsný žlab část vody se cestou ztrácí	12,5	
			Zcela zanesený žlab voda vytéká z koryta, velké netěsnosti výrazná ztráta vody	25	
C11	Štola – přístupový chodník	25	Ve velmi dobrém stavu	0	0
			Není v celé délce trasy, místy chybí nebo se dostává pod hladinu vody, stále umožňuje přístup k puklině	12,5	
			Velké úseky chodníku chybí nebo jsou pod vodou nelze se dostat k puklině	25	

Suma bodů 95 Cekem dosaženo bodů 0
Celkem suma 125 Cekem dosaženo bodů 0

Dalším krokem bylo nalezení jednotlicích prvků napříč různými jímacími objekty a jejich převedení na menší množství „souhrnných“ hodnotících kritérií. Tato kritéria jsou poté sloučena do vstupního formuláře, který již slouží jako zdroj dat pro program MCAkosa.

Souhrnná hodnotící kritéria:

- A Stavebně - technologické zabezpečení (vstup, žebřík, podesta)
- B Vydatnost
- C Stavební část (stěny, strop, dno, větrací otvory)
- D Strojně - technologická část (čerpadlo, armatury, elektroinstalace)
- E Významnost (nahraditelnost zdroje, dočasná a dlouhodobá)

Tabulka 2. Ukázka vstupního formuláře pro kritérium A Stavebně technologické zabezpečení

Položka č.		Rozložení bodů pro váhy	Hodnocený ukazatel	Body		Přidělené body
A - Stavebně technologické zabezpečení	A1 Vstup do objektu	10	Vstup (vrata/poklop) ve výborném stavu nebo zcela nový, zcela plní funkci	0	10	12
			Vstup (vrata/poklop) poškozený, špatně se otevírá/zavírá	5		
			Vstup (vrata/poklop) chybí nebo je velmi poškozený	10		
	A2 Žebřík		Žebřík nový nebo ve velmi dobrém stavu (nebo pro tento typ objektu není potřeba)	0	10	
			Žebřík středně poškozený částečně plní funkci, neohrožuje bezpečnost vstupu	5		
			Silná koroze, chybí některé příčle, ohrožuje bezpečnost	10		
	A3 Podesta		Ve velmi dobrém stavu	0	5	
			Částečně poškozená, neplní plně svoji funkci	5		
			Pokročilá koroze, ve špatném stavu, nebezpečné	10		

V každém vstupním formuláři se vyplní body jednotlivých kritérií podle pasportů objektů. (jednotlivá kritéria si odpovídají názvem a identifikačním číslem), program poté do kolonky přidělené body automaticky připiše maximální hodnotu. V případě že bylo maximální hodnoty dosaženo u více než u jednoho kritéria, přičítá se za každé takové kritérium jeden bod. Tím se bodově zvýrazní kritéria, která mají více součástí v kritickém stavu.

Jeden bod se přičítá proto, aby toto zvýraznění nebylo příliš výrazné a statisticky se tak nepřevážila hodnota samotného kritéria.

Po aplikaci tohoto systému na skutečné objekty je však možné, že dojde k jeho drobnému přepracování.

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován v rámci projektu SGS10/241/OHK1

Závěr

Zdroje surové vody jsou prvním místem, kde může dojít ke zhoršení kvality dodávané pitné vody, důvodem může být nevhodná volba materiálu, a typu jímacího zařízení pro zvolené jímací území nebo čerpání množství vody, které překračuje stanovené parametry vrtu (může dojít i ke špatnému stanovení parametrů vrtu - provozní hladina čerpané množství).

U jímacích objektů je celá řada kritérií (konstrukčních prvků), které popisují jejich technický stav, proto je potřeba na vyhodnocování použít právě vícekritériální analýzu, která představuje podpůrný nástroj právě v takovýchto složitých situacích, v nichž se důsledky rozhodnutí posuzují, jak vyplývá z názvu, podle více kritérií.

Literatura

- [1] Tuhovčák Ladislav, Ručka Jan, Kožíšek František, Pummann Petr, Hlaváč Jaroslav a kol., *Analýza rizik veřejných vodovodů*, Akademické nakladatelství Cerm pro Brno, 2010, 254 s., ISBN 978-80-7204-676-8.
- [2] RNDr. Helena Brožová CSc, Ing. Milan Houška, Dr. Ing. Tomáš Šubrt, *Modely pro vícekritériální rozhodování*, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003, 178s, ISBN 80-213-1019-7.