

VLIV UMÍSTĚNÍ ROZRÁŽECÍ STĚNY V KOMOŘE SEPTIKU NA ODTOKOVÉ PARAMETRY

Michal Kriška¹⁵, Eva Hyánková¹⁶

Abstrakt

Článek se zabývá optimalizací parametrů vícekomorových septiků, se zaměřením na zpracování matematického modelu jedné komory vybraného velkoobjemového septiku. Snahou a jedním z cílů je případné nalezení závislosti umístění rozrážecí stěny v různých místech komory septiku, vliv výšky (velikosti) rozrážecí stěny a jiných parametrů na separační schopnosti zařízení. V neposlední řadě je realizováno také pozorování chování septiku při změně objemové hmotnosti akumulovaného kalu, změně umístění nátokového potrubí a úrovně hladiny kalu v komoře. Veškeré výsledky jsou statisticky vyhodnoceny a pomocí regresní analýzy jsou stanoveny potenciální odtokové koncentrace nerozpuštěných látek při různých polohách rozrážecí stěny.

Úvod

Septik je od objevení a první konstrukce v roce 1860 dodnes používán jako zařízení, určené pro čištění odpadních vod menších producentů. V České republice se nedoporučuje použití septiku pro producenty větší jak 50 EO – podle normy ČSN EN 12 556-1. Tato norma zároveň uvádí pouze letmé informace, týkající se konstrukce septiků – zahrnuje vstupní otvory, přechody mezi jednotlivými komorami septiku, přibližnou dobu zdržení odpadní vody, objem kalového prostoru. Neřeší ovšem způsob nebo možnosti navržení jednoduché hydraulické úpravy, s cílem zajistit lepší rozložení podélných rychlostí, tedy delší dobu zdržení a omezení vyplavování sedimentovaného kalu (Kriška, 2012).

Cíl matematického modelování, který určí optimální polohu na jednom příkladu řešení velkoobjemového, je tedy jasný:

- Zjistit, jaká je závislost výšky přítokového potrubí na kvalitu vody na odtoku
- Určit závislost objemové hmotnosti akumulovaného kalu na kvalitu odtoku
- Najít nejlepší polohu svisle umístěné rozrážecí stěny, která zajistí co možná nejrovnoměrnější rozložení přitékající odpadní vody

Septiky, ať už se jedná o plastové výrobky nebo betonované objekty v místě stavby, jsou primárně určeny k zachycení co možná nejvyššího množství nerozpuštěných látek. Nemohou být použity jako jediný stupeň čištění. V případě, že jsou nevhodně navrženy nebo provozované, hrozí postupným uvolňováním nerozpuštěných látek (NL) pozvolné ucpávání, zanášení a znečištění půdního prostoru, resp. terciálního stupně čištění.

Úkol každého septiku je tedy zajištění co možná nejefektivnější separace nerozpuštěných látek. Pro tento účel bylo přistoupeno k matematickému modelu, pomocí něhož lze nalézt

¹⁵ Ing. Michal Kriška, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny, Veveří 95, 602 00 Brno, tel. 541147778, e-mail: kriška.m@fce.vutbr.cz

¹⁶ Ing. Eva Hyánková, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny, Veveří 95, 602 00 Brno, tel. 541147778, e-mail: hyankova.e@fce.vutbr.cz

teoreticky nejlepší možnou variantu úpravy stávajícího řešení vybrané a definované komory septiku, která zajistí lepší čistící účinek oproti stávajícímu řešení.

Pro účely modelování jsme vybrali příkladné řešení jedné komory velkoobjemového septiku o rozměrech délka = 8,0 m, šířka komory = 3,0 m a výška komory také 3,0 m. Přítokové hydraulické parametry, vycházející z napojení průměrných 200 EO.

Během procesu definování matematického modelu jsme se soustředili nejen na vzdálenost rozrážecí stěny od přítoku v rozmezí 1,0 – 7,0 m, ale také na výšku ode dna septiku 0,5 – 1,5 m, výšku rozrážecí stěny 0,5 – 1,5 m a množství akumulovaného kalu ve výšce 0,2 – 1,0 m. Zjišťovali jsme, jakých hodnot NL na odtoku dosahuje daná úprava.



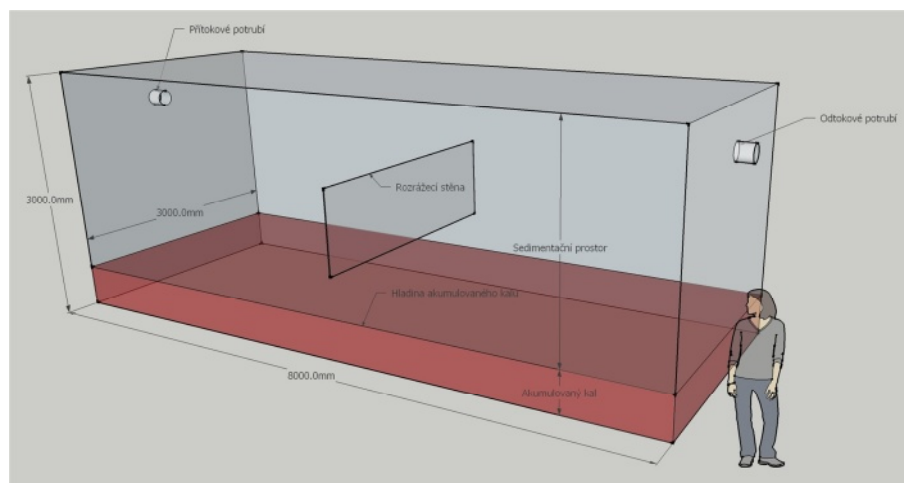
Obr. 1 Příklady plastových výrobků vícekomorových velkoobjemových septiků

Abychom byli schopni nalézt optimální řešení, provedli jsme celkem 135 různých příkladů (každý příklad znamená jinou polohu rozrážecí stěny) a pomocí statistického software Minitab 15 jsme odvodili řídicí rovnice pro koncentraci nerozpuštěných látek na odtoku pro dvě varianty přítokových rychlostí. Rovnice zahrnují všechny měněné parametry (vzdálenost stěny od přítoku, výškové umístění stěny ode dna septiku, výšku stěny, hloubku sedimentovaného kalu v akumulacním prostoru). Pomocí takto popsané rovnice lze najít optimální řešení polohy rozrážecí stěny, stejně tak i nejlepší polohu v souvislosti s koncentrací uvolněného kalu do odtokového potrubí.

Zjištěné poznatky mohou přispět k úpravě nejen zmíněné normy, ale zároveň prostřednictvím takto realizovaných matematických modelů lze jak navrhovat jak již realizované septiky, rekonstruovat septiky stávající popřípadě řešit koncepčně nově řešené septiky ve výrobním procesu.

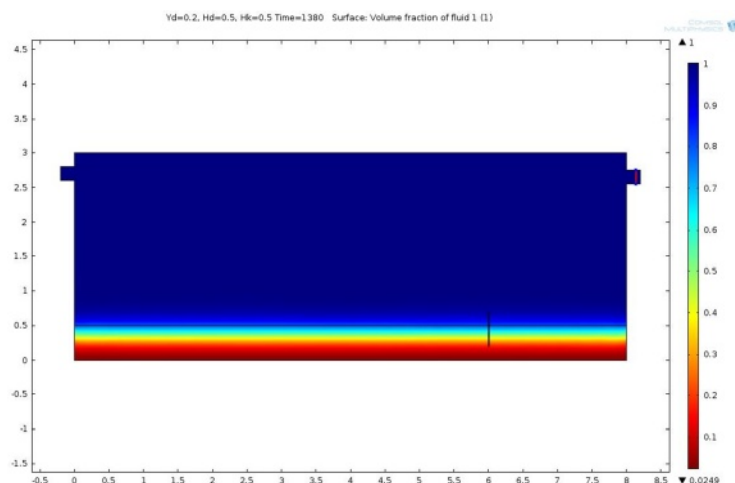
Matematický model

Cílem řešení příkladu matematickým modelem je návrh a ověření optimální polohy rozrážecí desky. Pro účely modelování byla nejprve použita komora septiku bez rozrážecí stěny, u níž byly pozorovány vlivy výšky kalu a umístění přítokového potrubí na rovnoměrnost rozložení rychlostí, maximální vyskytující se rychlost v definovaných profilech a také koncentraci NL na odtoku (vycházející z poměru voda:kal a objemové hmotnosti kalu). Po vyšetření a posouzení stávajícího řešení s nově realizovanou rozrážecí stěnou bylo vyhodnoceno 135 různých variant provedení. Jednotlivé příklady se liší polohou rozrážecí stěny v různých místech vertikálního řezu septiku. Vybrána je teoreticky nejvýhodnější varianta, která je následně porovnána s původním řešením.



Obr. 2 Zobrazení modelované jedné komory septiku

Základními podklady pro realizaci matematického modelu byla norma ČSN EN 12566-1, podle které byl navržen ideální objem velkoobjemového septiku, rozděleného na tři stejně velké komory. Model byl realizován v prostředí COMSOL Multiphysics ve 2D prostoru jako řez svislou rovinou v ose přítokového a odtokového potrubí – obr.3. Přítokové i odtokové potrubí má průměr 200mm (DN200), uvažovaný přesah před (přítok) a za komoru (odtok) septiku je 0,2 m (např. tloušťka betonové stěny). Na počátku řešení je komora septiku rozdělena ve vertikálním směru na dvě části oddělené horizontální rovinou – akumuláční a sedimentační prostor. Rozhraní mezi jednotlivými prostory není pevné – ve spodní části akumuláční prostor je vyplněn primárním kalem o výšce 0,2 m, resp. 0,6 a 1,0 m. Podle literatury (Šerek-Šálek, 1990) a našeho laboratorního měření se pohybuje průměrná objemová hmotnost sedimentovaného kalu v rozmezí 1005 - 1020 kg m⁻³. My jsme testovali vliv tří vybraných objemových hmotností: 1005, 1010 a 1020 kg m⁻³. Mezi další definované hydraulické charakteristiky kalu patří dynamická viskozita, která je popsána jako newtonovská kapalina. Parametr $m = 0.02$, $n = 0.6$. Rovnice dynamické viskozity má tvar:



Obr. 3 Modelová komora septiku: v levé části přítok, v pravé části odtok, ve spodní části akumulovaná vrstva kalu, rozrážecí stěnou je svislá čára v prostoru komory

Zároveň se zanedbává povrchové napětí v kalu. Druhou kapalinou proudící v matematickém modelu je voda, objemová hmotnost odpovídá teplotě $t = 10\text{ °C}$, tedy $\rho = 1002\text{ kg m}^{-3}$, dynamická viskozita je $\mu = 1,307 \cdot 10^{-3}\text{ Pa s}$.

Přítok je realizován celým profilem přítokového potrubí (uvažovat je možné předřazenou první komoru a propojení pod úrovní hladiny, v první komoře jsou zachyceny plovoucí nerozpuštěné látky, tuky aj.), přítoková rychlost vychází pro malou obec s osídlením 200 EO, spotřeba $q_{sp} = 150\text{ L EO}^{-1}\text{ d}^{-1}$, při zahrnutí nerovnoměrnosti průtoků jsou navrženy přítokové rychlosti:

- $v_{in} = 4,0\text{ cm s}^{-1}$, odpovídající průměrnému dennímu přítoku Q_{dp}
- $v_{in, max} = 0,1\text{ m/s}$, odpovídající maximálnímu hodinovému přítoku odpadní vody Q_{max}

Takto navržený přítok je konstantní po dobu $t = 40\text{ minut}$ (2400s), kdy dojde k ovlivnění rychlostí v celém prostoru komory septiku. Na modelu je přítok realizován pouze jako čistá voda s koncentrací $NL = 0,0\text{ mg L}^{-1}$ proto, aby nebyl ovlivněn odtok kalu časovým údajem konstantně neměnicího se přítoku.

Ve variantě bez osazené rozrážecí stěny je provedeno pozorování vlivu výškového umístění přítokového potrubí na vyplavení sedimentovaného kalu do odtokového potrubí z komory septiku. Vybrány jsou tři úrovně umístění potrubí: 0,3 m, 0,7 m a 1,1 m ode dna komory septiku.

Dále jsme se zaměřili na posouzení vlivu kombinace dvou vybraných parametrů na rovnoměrnost rozdělení rychlostí a koncentrace NL v odtokové části. Vybrané kombinace parametrů jsou:

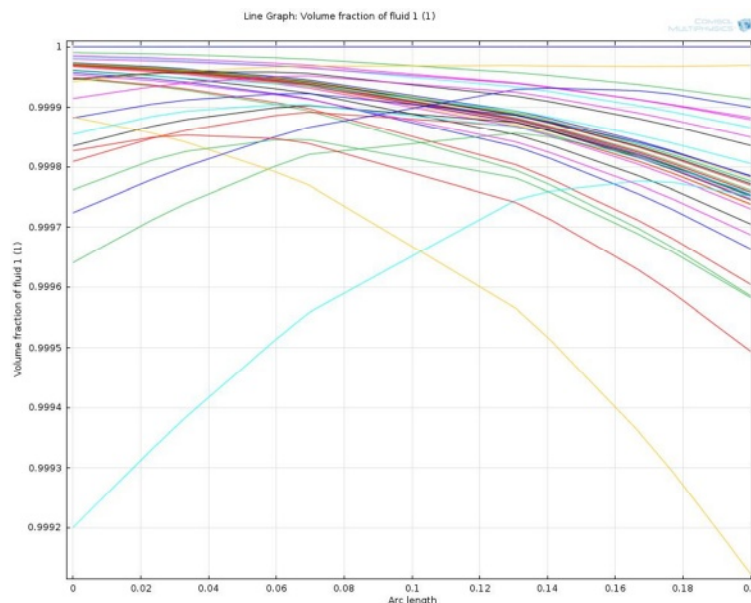
- výška přítokového potrubí vs. výška akumulovaného kalu
- výška akumulovaného kalu vs. objemová hmotnost kalu

Po zjištění vlivů vybraných parametrů jsme se dále soustředili na řešení proudění včetně rozrážecí stěny. Měnicím se parametrem pro jednotlivá řešení je poloha rozrážecí stěny. Uvažována je svislá stěna o tloušťce 10,0 mm a mění se výšce. Poloha samotné desky je funkcí vzdálenosti od přítoku (X_d) a výšky ode dna (Y_d). Hodnoty X_d jsou zvoleny: 0,5-2,0-4,0-6,0-7,0 m, hodnoty Y_d : 0,2-0,6-1,0 m. Zároveň je uvažováno se třemi výškami rozrážecí stěny, parametr H_s : 0,5-1,0-1,5 m.

Příklad je realizován jako laminární dvoufázové proudění, časově závislé řešení. Pro účely vyhodnocení jsou uplatněny hodnoty v každou celou minutu od zahájení až po ukončení příkladu (tj. čas 0 – 40 minut). Na obr. 4 jsou zobrazeny průběhy koncentrací první tekutiny (fluid1 = voda) v odtokovém potrubí v jednotlivých minutách.

Určení odtokových koncentrací kalu

Ve všech 135 příkladech je pozorována koncentrace uvolněného NL ze spodní (akumulační) části septiku.



Obr. 4 Zobrazení odtokových poměrných množství vody v každé pozorované minutě (osa x: svislý řez odtokovým potrubím, osa y: obsah vody)

Jednotlivé příklady jsou řazeny podle vstupních parametrů následujícím způsobem:

X_d : příklad (1 – 27) 1,0 m, (28 – 54) 2,0 m, (55 – 81) 4,0 m, (82 – 108) 6,0 m, (109 – 135) 7,0 m

Y_d : v předchozí skupině pravidelné střídání po devíti příkladech hodnoty: 0,2 m, 0,6 m, 1,0 m

H_d : ve skupinách Y_d pravidelné střídání po třech skupinách: 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m

H_k : ve všech 135 příkladech postupné vystřídání hodnot 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m

Pozorovací místo je realizováno svislým řezem odtokového potrubí. Tato rovina je rozdělena na 12 bodů, tzn. vzdálenosti pozorovaných bodů jsou cca 1,7 cm. Ve všech bodech je pozorována odtoková koncentrace kalu. Zpracovány všechny podstatné statistické veličiny (průměrné koncentrace NL, směrodatná odchylka, medián koncentrací, dolní a horní kvartil, minimum a maximum, aj.).

Experiment v Minitabu

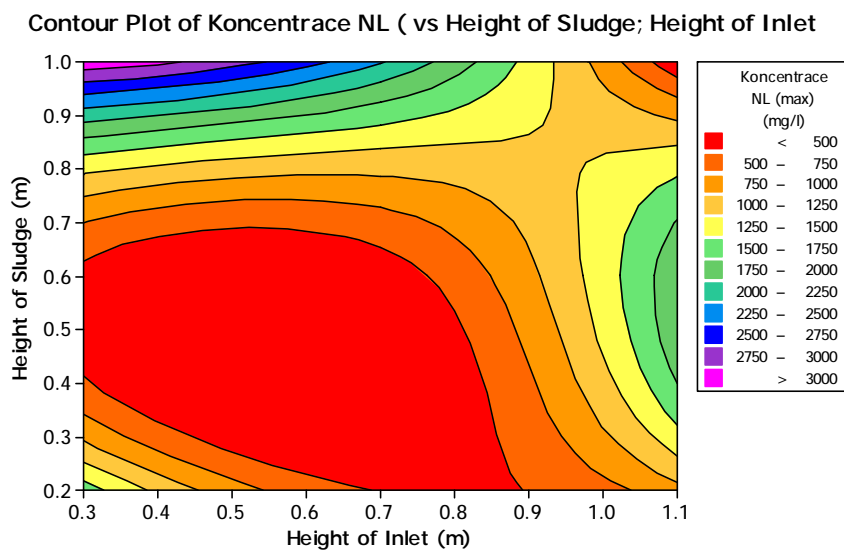
Z jednoho modelového příkladu (jedna vybraná kombinace parametrů X_d , Y_d , H_d , H_k dne výše uvedeného předpisu) je určena jak průměrná hodnota, tak dosažená maximální hodnota během řešení v čase $t = 40$ minut. Vždy se jedná o hodnoty, pod kterými si lze představit odběrnou sondu na odtoku z komory septiku takovou, že vždy v každé celé minutě je proveden odběr (odečet) vzorku protékající vody.

Výsledky

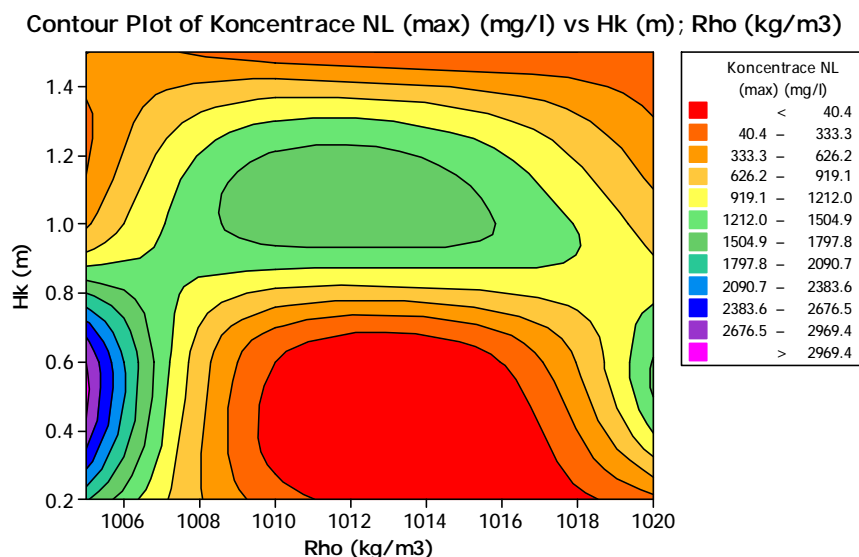
Komora septiku bez rozrážecí stěny

Matematickým modelem, zpracovaným v prostředí Comsol Multiphysics a vyhodnoceném ve statistickém programu Minitab 15, jsme se zaměřili na odtokové koncentrace uvolněného kalu ze dna septiku, přepočteného na předpokládanou koncentraci nerozpuštěných látek. Nejprve jsme se soustředili se na interakci dvou vlivů: umístění přítokového potrubí (volena výška „*Height of Inlet*“ 0,3 – 1,1 m) a úroveň akumulovaného kalu („*Height of Sludge*“, v rozmezí 0,2 – 1,0 m).

Přibližnou představu lze získat při vykreslení konturového grafu, zobrazujícím závislost koncentrace NL (mg L^{-1}) uvolněného kalu z akumulčního prostoru do odtoku na umístění přítokového potrubí a počáteční hladině kalu před zahájením pozorování při maximálním dimenzovaném přítoku. Obr. 5 ukazuje, že ideální kombinací pro dané řešení komory septiku je výška vtoku v rozmezí 0,3 – 0,7 m v kombinaci s udržováním kalu na úrovni 0,4 – 0,8 m. Na obr. 6 je zobrazena obdobná grafická závislost koncentrace NL (mg L^{-1}) na odtoku, jedná se ale o vykreslení závislosti objemové hmotnosti kalu v kombinaci s výškou sedimentovaného kalu v komoře septiku. Z grafu je patrné, že jako nejvýhodnější se jeví udržování objemové hmotnosti kalu mezi úrovní 1010 – 1017 kg m^{-3} v kombinaci s výškou sedimentovaného kalu do 0,6 m.



Obr. 5 Závislost uvolněného kalu na výšce přítoku a hladině akumulovaného kalu při $v_{in,max} = 0,1 \text{ m/s}$

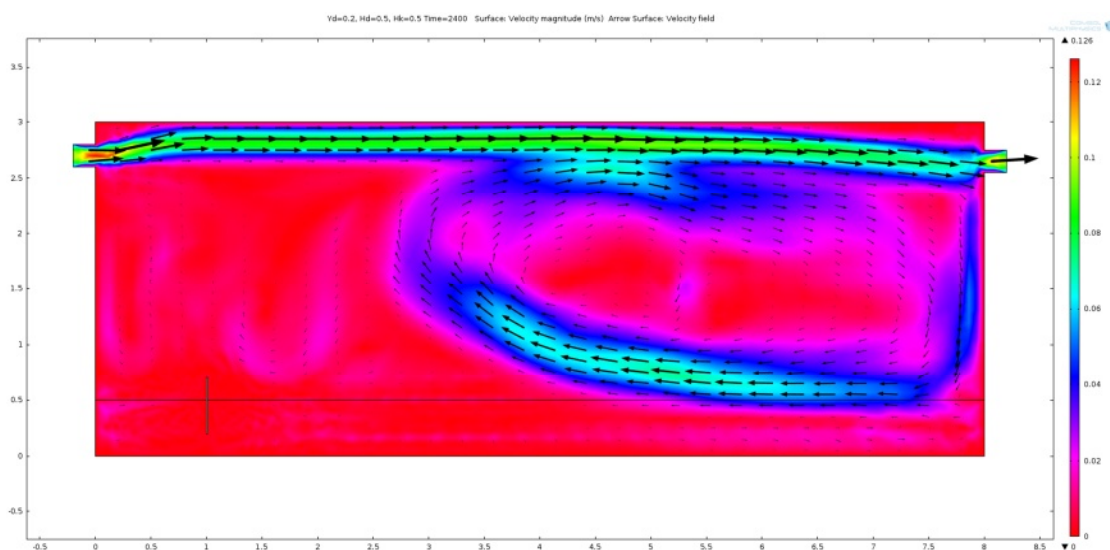


Obr. 6 Závislost poměrného množství vody v odtokovém profilu na hustotě kalu $Rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$ a jeho množství H_k v akumulčním prostoru (m)

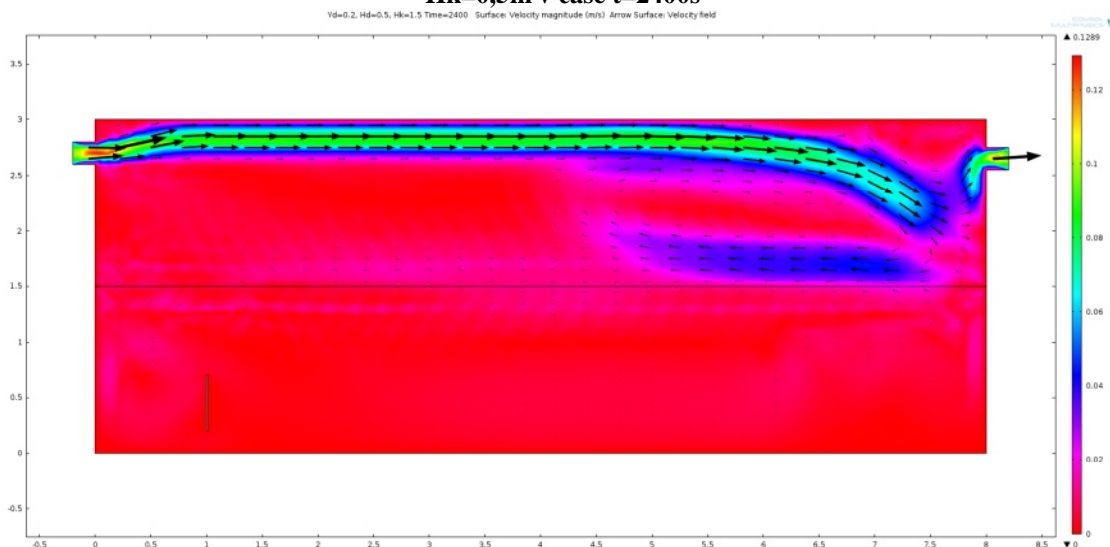
Rozdělení rychlostí v komoře septiku

Nezanedbatelný vliv na celkovou čisticí účinnost má bezesporu rozložení rychlostního pole v celém objemu komory septiku co možná nejrovnoměrněji. Jak ukazují následující schémata, obr. 7 – obr. 10 platná pro maximální dimenzovaný průtok Q_{\max} , má při stejné poloze rozdělovacího potrubí vliv na rozložení i úroveň akumulovaného kalu. Obě schémata ukazují rozdělení rychlostního pole v čase $t = 2400$ s od zahájení proudění, obr. 7 zobrazuje rozdělení rychlostí při úrovni akumulovaného kalu $H_k = 0,5$ m téměř v celé druhé polovině komory. Nedochozí však k proudění rozdělení ve směru přítoku, ale postupnému zpětnému proudu.

Naopak, při výšce akumulovaného kalu na úrovni $H_k = 1,5$ m dochází k menšímu ovlivnění zpětnými proudy, tzn. je možné, že i při vyšší úrovni kalu bude docházet k lepším odtokovým parametrům. V potaz je nutno ovšem brát potřebnou dobu zdržení pro zajištění probíhajících biochemických procesů.

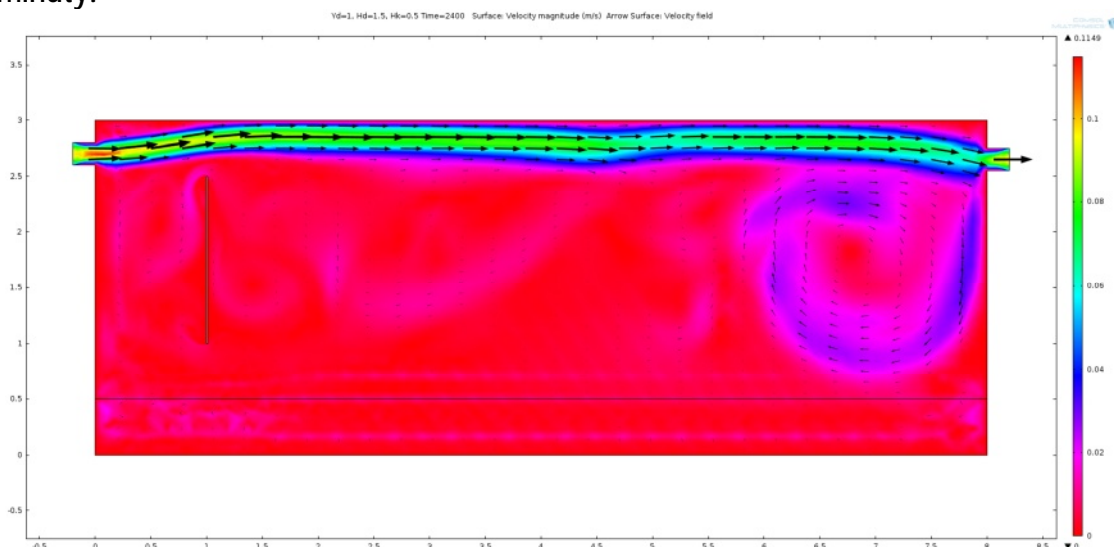


Obr. 7 Zobrazení rozdělení vektorů rychlostí pro parametry: $v_{in}=0,1$ m s⁻¹, $X_d=1,0$ m, $Y_d=0,2$ m, $H_d=0,5$ m, $H_k=0,5$ m v čase $t=2400$ s

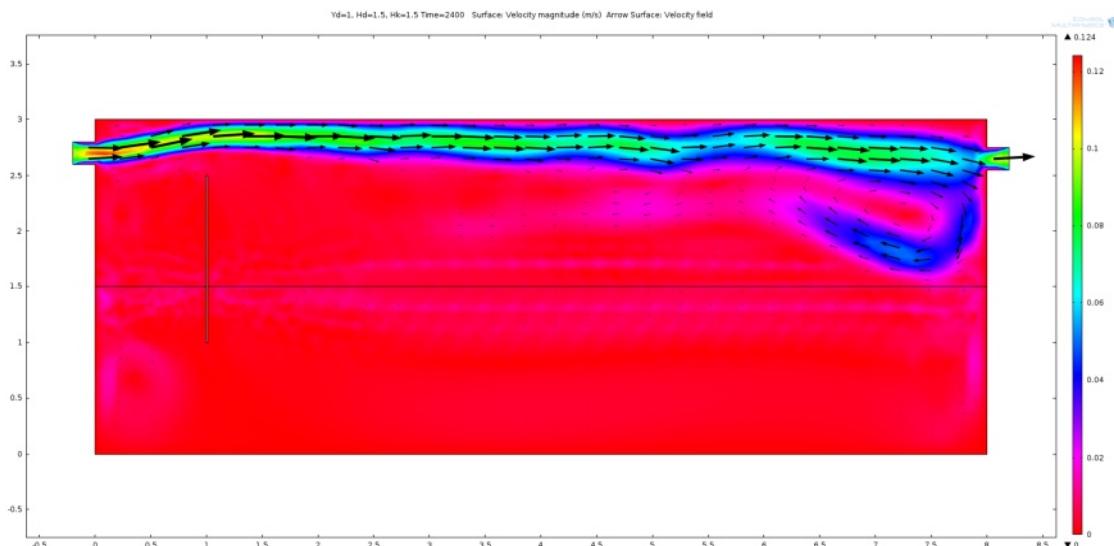


Obr. 8 Zobrazení rozdělení vektorů rychlostí pro parametry: $v_{in}=0,1$ m s⁻¹, $X_d=1,0$ m, $Y_d=0,2$ m, $H_d=0,5$ m, $H_k=1,5$ m v čase $t=2400$ s

Pokud přihlídneme k výraznějšímu ovlivnění proudu odpadní vody rozdělovací stěnou, kdy budeme uvažovat stěnu umístěnou ve výšce $Y_d = 1,0$ m ode dna a výšku stěny 1,5 m, budeme očekávat rovnoměrnější rozdělení proudového pole. Jak ale ukazuje matematický model, dochází v poslední čtvrtině komory k vytvoření rotujícího válce. Odůvodnit tento stav lze tím, že rozrážecí stěna ve výsledku funguje spíše jako usměrňující stěna – většina průtoku je směřována do horní části prostoru komory a dále v téměř nezměněném proudu pokračuje téměř do odtoku. Rychlost proudu je možné odhadnout odečtem z obr. 8, jedná se o hodnotu $0,07 \text{ m s}^{-1}$. Při délce komory 8,0 m je doba zdržení v komoře septiku méně jak dvě minuty!



Obr. 9 Zobrazení rozdělení vektorů rychlostí pro parametry: $v_{in}=0,1 \text{ m s}^{-1}$, $X_d=1,0\text{m}$, $Y_d=1,0\text{m}$, $H_d=1,5\text{m}$, $H_k=0,5\text{m}$ v čase $t=2400\text{s}$



Obr. 10 Zobrazení rozdělení vektorů rychlostí pro parametry: $v_{in}=0,1 \text{ m s}^{-1}$, $X_d=1,0\text{m}$, $Y_d=1,0\text{m}$, $H_d=1,5\text{m}$, $H_k=1,5\text{m}$ v čase $t=2400\text{s}$

Pokud budeme uvažovat stejnou rozrážecí stěnu jako na obr. 8, ale úroveň akumulovaného kalu o výšce $H_k = 1,5$ m, docílíme pouze zúžení cirkulujícího válce před odtokem z komory

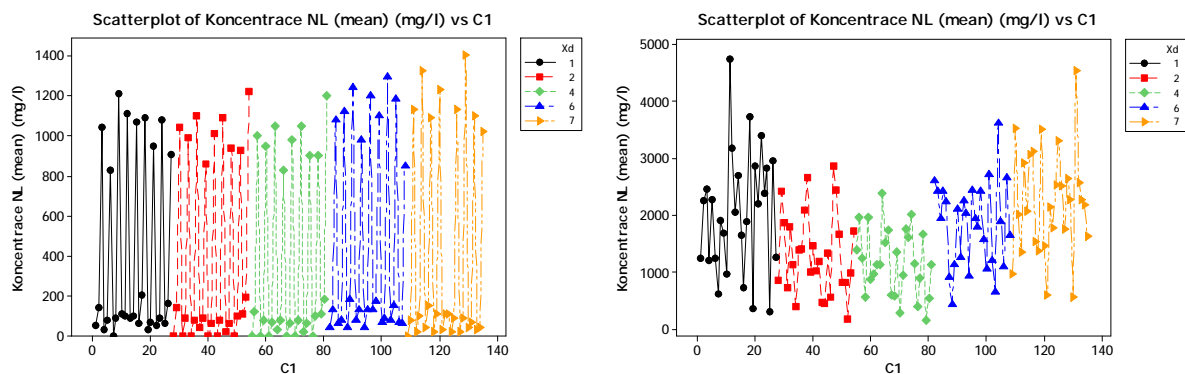
septiku. Dobu zdržení lze očekávat taktéž nevyhovující, i když při odečtu z obr. 8 se nejedná o tak jednoznačný tvar hlavního proudu.

Komora septiku s rozrážecí stěnou

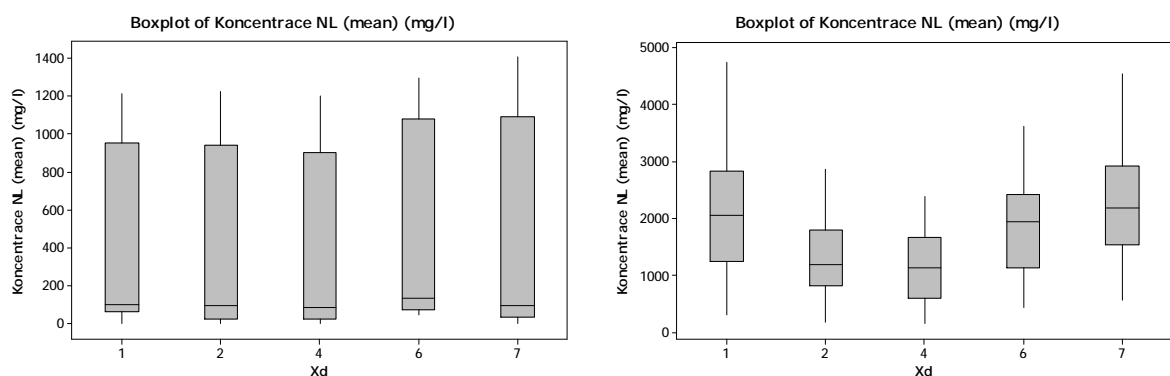
V následujících grafech jsou zobrazeny vždy dva srovnatelné průběhy vybraných veličin během realizace průtoku v čase $t = 0 - 40$ min, odpovídající přítokové rychlosti, která vychází z Q_{dp} (vlevo) a Q_{max} (vpravo):

- Průměrná hodnota koncentrace nerozpuštěných látek (NL) pro jednotlivé příklady
- Krabicový graf zobrazující statistické vyhodnocení dosažených maximálních hodnot koncentrací nerozpuštěných látek (NL) pro jednotlivé vzdálenosti rozrážecí stěny od přítoku
- Závislost průměrné koncentrace nerozpuštěných látek na výšce akumulovaného kalu (H_k) v komoře septiku

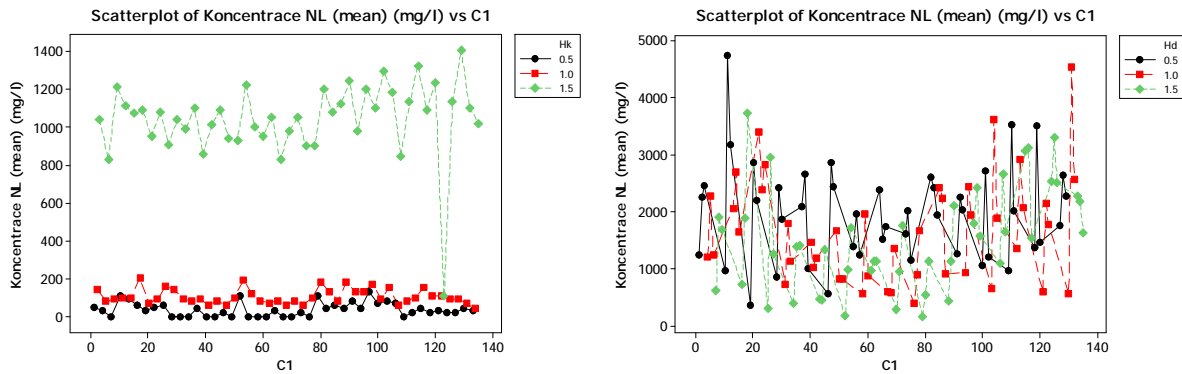
Přítoková rychlost odvozená od průměrného denního přítoku Q_{dp} odpovídá při uvažovaných 200 EO hodnotě $v_{in} = 0,04$ m/s celým profilem DN200, rychlost při Q_{max} , zobrazená v pravých grafech, dosahuje konstantní hodnoty během 40 minut, a sice $v_{in, max} = 0,1$ m/s.



Obr. 11 Zobrazení průměrných koncentrací NL na odtoku ze septiku pro jednotlivé kombinace vstupních parametrů



Obr. 12 Krabicový graf pro průměrné koncentrace NL na odtoku ze septiku pro různé vzdálenosti rozrážecích stěn od nátoky



Obr. 13 Průběh průměrných koncentrací NL na odtoku, závislost na výšce vrstvy akumulovaného kalu

Diskuze výsledků

Při odhadování koncentrace NL (mg/l) v odtoku do další komory nebo na navazující čistící stupeň lze vycházet z hodnot lineárně proložené spojnice, která je ovlivněna všemi měnicími se prediktory – vzdáleností rozrážecí desky X_d [m], výškou rozrážecí desky ode dna septiku Y_d [m], výškou desky H_d [m] a úrovní akumulovaného kalu ode dna septiku H_k [m], volenými v rozmezí modelovaných hodnot:

- Rychlost $v_{in} = 0,04$ m/s, dosažené maximum NL na odtoku během $t = 40$ minut
 Koncentrace NL (max) (mg/l) = $- 677 - 86.9 X_d - 22 Y_d + 256 H_d + 2668 H_k$
 $S = 1176.09$ $R-Sq = 48.1\%$ $R-Sq(adj) = 46.5\%$
- Rychlost $v_{in} = 0,04$ m/s, průměrné hodnoty NL na odtoku během $t = 40$ minut
 Koncentrace NL (mean) (mg/l) = $- 649 + 3.54 X_d + 0.3 Y_d + 23.3 H_d + 1006 H_k$
 $S = 239.072$ $R-Sq = 75.4\%$ $R-Sq(adj) = 74.7\%$
- Rychlost $v_{in, max} = 0,10$ m/s, dosažené maximum NL na odtoku během $t = 40$ minut
 Koncentrace NL (max) (mg/l) = $31266 + 1715 X_d - 2074 Y_d - 8680 H_d - 3465 H_k$
 $S = 18700.8$ $R-Sq = 8.3\%$ $R-Sq(adj) = 5.4\%$
- Rychlost $v_{in, max} = 0,10$ m/s, průměrné hodnoty NL na odtoku během $t = 40$ minut
 Koncentrace NL (mean) (mg/l) = $1362 + 61.2 X_d + 62 Y_d - 459 H_d + 533 H_k$
 $S = 870.718$ $R-Sq = 12.3\%$ $R-Sq(adj) = 9.6\%$

V exportovaných datech výše znamená hodnota S odchylku reziduí od modelu (čím nižší číslo, tím přesnější lze očekávat výsledek), $R-Sq$ představuje koeficient determinace a $R-Sq(adj)$ koeficient korelace (procento udává hodnotu, kolik variability model popisuje – čím vyšší číslo, tím lepší a přesnější výsledek). Vzhledem k uvedenému lze např. s jistotou 94,6 % tvrdit, že nelze přesně odhadnout při pevně zadaných vstupních hodnotách koncentraci NL na odtoku za maximálního dimenzovaného průtoku (rovnice c). Obdobně, při stejném průtoku Q_{max} nelze v 90,4 % přesně odhadnout odtokové koncentrace NL, které vychází z průměrných hodnot během celého pozorování, trvajících 40 minut (rovnice d). Lepší výsledek nastává v případě nižších rychlostí: pokud je septik zatížen průměrným přítokem

Q_{dp} , lze předpovědět správný výsledek (rovnice a) ve 46,5 % případů maximálních odtokových koncentrací NL, a nejlepším výsledkem je hodnota jistoty 74,7 % - v případě průměrných odtokových koncentrací NL, což je velice slušný výsledek (rovnice b).

V dalších grafech je pozorovatelný vliv jednotlivých faktorů X_d , Y_d , H_d , H_k na výsledné koncentrace NL. Kolísající křivky zobrazují výrazný vliv, naopak téměř vodorovná spojnice znamená, že daný interakce dvou vstupních faktorů výsledek příliš neovlivňuje. Např. hodnota Y_d je téměř ve všech případech vodorovná, lze tedy tvrdit, že poloha rozřezací stěny vzhledem ke dnu nemá na odtokový parametr vliv.

Závěr

Výsledky simulovaných průtoků odpadní vody ve vícekomorových septicích mohou vést k bližšímu pochopení celé problematiky. Jak dokazuje zpracovaný příklad v uvedeném referátu, je celá problematika proudění ovlivněna spoustou vstupujících vlivů. Jasně je, že pokud jsou vícekomorové septiky hydraulicky zatíženy podle projektovaných přítoků, hrozí výrazně nižší riziko znečištění, protékající voda by neměla uvolňovat větší množství akumulovaného kalu. Opak nastává v případě, že je septik hydraulicky přetížen – intenzivní průtok způsobí velice krátké doby zdržení, nelze počítat se sedimentací látek, tzn. čistící účinnost nelze očekávat takovou, jak uvádí norma a projektová dokumentace.

Problematiku je v současné době nutné řešit i s ohledem na provozní problémy, které mohou nevhodně navrhované septiky způsobovat. Jedná se zejména o ucpávání filtračních prostředí zemních filtrů a kořenových čistíren odpadních vod. K obdobným procesům akumulace a rozdělení proudění dochází také ve šterbinových usazovacích nádržích, které v případě přetížení vyplavují akumulovaný primární kal do dalšího stupně čištění.

Výsledky, které byly zjištěny v rámci popsaného referátu, budou sloužit jako podklady pro optimalizaci nově řešených septiků, zejména poslouží pro vyvíjený Anaerobní separátor nerozpuštěných látek (projekt Technologické agentury české republiky).

Literatura

1. Hlavínek, P., Mičín, J., Prax, P.: Příručka stokování a čištění odpadních vod. Brno: Noel 2000, 2001, 251 s.
2. Šerek, M., Šálek, J.: Inženýrské sítě a závlahové stavby, Vodohospodářské tabulky, Ediční středisko VUT Brno, Brno, 1990
3. Kriška, M.: *Modelování proudění vody v komoře septiku*. Sborník přednášek ze semináře konaného dne 14.11.2012 v Brně, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně, 2012, 146s. ISBN 978-80-214-4661-8
4. Šálek, J., Hyánková, E.: Příčiny zakolmatování filtračních polí a způsoby jeho snížení. Sborník přednášek ze semináře konaného dne 14.11.2012 v Brně, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně, 2012, 146s. ISBN 978-80-214-4661-8
5. Šálek, J., Kriška, M., Pírek, O., Plotěný, K., Rozkošný, M., Žáková, Z.: Voda v domě a na chatě, Využití srážkových a odpadních vod. 2012. Grada Publishing, a.s.. ISBN 978-80-247-3994-6. s.143
6. Šálek, J., Tlapák, V.: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod, Praha 2006, 283 s., ISBN 80-86769-74-7

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu Technologické agentury České republiky ev. č. TA02021032 "Anaerobní separátor nerozpuštěných látek a nutrientů".