



The International Journal of
TRANSPORT & LOGISTICS

Medzinárodný časopis
DOPRAVA A LOGISTIKA
Mimoriadne číslo 8/2010

ISSN 1451-107X

JEDNIČKA V TECHNOLOGII OBSYPU STUDNIČNÍCH FILTRŮ: NEJNOVĚJŠÍ POZNATKY V OBORU „UMĚLECKY“ PŘIPRAVENÝCH KOMPLEXNÍCH DVOJITÝCH FILTRŮ SE ZABUDOVANÝM KAČÍRKOVÝM VSYPEM

JONSON MUNIPACK SCREEN – THE GIANT STEP FORWARD IN WATER WELL TECHNOLOGY

Geoffrey Moses, Curtis Kent¹

Abstrakt: V r. 2000 byla vybrána společnost PEERLESS MIDWEST Inc., aby pro město LaPorte ve státě Indiana odvrtila nový těžební vrt na lokalitě Warneke. V oblasti Warneke byly do té doby v provozu 2 studny, které soužily město snižující se kapacitou vody. Současná studna A1 byla odvrtna v r.1957 a byla vystrojena 18" filtrem se štěrbinou 12 (458 mm filtry, štěrbinu 0,3 mm), druhá studna č.2 byla zhotovena v r.1968 a vystrojena filtrem 18" se štěrbinou 25 (štěrbinu 0,6 mm). Obě studny byly odvrtny za použití nepřímé cirkulace výplachu a byly rozšířeny podpažnicovou přibírkou tak, aby se vytvořilo dostatečně velké mezikruží pro umístění kačírkového obsypu okolo filtru.

Key words: filtr, podpažnicová přibírka, kačírkový obsyp

1. Úvod

V průběhu let v důsledku inkrustací a zarůstání porů v kačírkovém obsypu se specifická produktivita těchto vrtů zmenšila natolik, že přes pokusy vyčistit a znovu oživit tyto studny se vydatnost studní stále snižovala. Navíc obě studny vykazovaly problémy pískování, což mohlo být způsobeno zvýšeným čerpáním.

Vzhledem k neúspěšným pokusům znovu aktivovat tyto studny a dosáhnout čisté vody bez písku za podmínek dosažení maximálního množství vody, se město LaPorte rozhodlo vybudovat na lokalitě Warneke nové studny.

Na podkladě minulých zkušeností z této oblasti se radní města usnesli na tom, že nové studny musí být provedeny takovým způsobem, aby minimalizovaly problémy, které byly během let zaznamenány v existujících vrtech A1 a č. 2. Výkonnost starých studní se v průběhu let snižovala a ani opakované pokusy restaurovat studny nebyly sto zajistit dlouhotrvající výsledky a navíc představitelé města znepokojovala tloušťka pískového obsypu v existujících studnách a dopad "tlustého" obsypu na neúspěšné pokusy vyčistit a znovu oživit tyto studny. Zejména byli znepokojeni tím, že v průběhu reaktivace při chemickém a mechanickém čištění probíhající uvnitř výstroje

¹ Tento příspěvek by publikován v časopisu Water Well Journal v březnu 2003, Přeložil: Ing Zdeněk Hradil, zástupce fy Johnson Screens pro ČR a SR, Praha 04.09.2009, 8 let poté a „studna stále maká“

existujících studní došlo k rozptýlení čistícího účinku a „vybití“ reaktivační energie v důsledku silného a inkrustacemi znečištěného kačirkového obsypu. Následkem toho bylo během času stále obtížnější studny vyčistit a reaktivovat.

Druhý znepokojující moment vztahující se ke starým studnám byl ten, že v důsledku intenzivního čerpání se jemná frakce písku namůstkovala uvnitř kačirkového obsypu a způsobovala další zhoršení výtěžnosti studny v průběhu let. Představitelé města měli za to, že minulé pokusy obnovit výtěžnost studní do původního stavu bez písku pomocí mechanické aktivace (airliftu) k vyjmutí jemných částic písku a rozřídění zrn obsypu obklopující filtr byly stále obtížnější vlivem tvorby překážek - můstkování této jemné pískové frakce a inkrustací, které se tvořily uvnitř kačirkového obsypu.

2. Méně je více

Hydrogeologická společnost *Peerless Midwest* s kanceláři ve státu Indiana a Michigan, která byla kontrahovaná na dodávku vody pro město *LaPorte* si byla vědoma těchto obav a problémů, protože zahájila práci pro město již v průběhu 1. poloviny r.2000. Cílem všech bylo rozpracovat takovou strategii konstrukce nové studny, která by minimalizovala šanci vzniku podobných problémů, které by mohly časem zhoršit produkci studny.

Bylo rozhodnuto, že tento strategický návrh by se měl týkat následujících bodů:

1. Minimalizovat tloušťku kačirkového obsypu v nové studni tak, aby se účinek a energie budoucí chemické a mechanické reaktivace nerozptýlil v mezikruží
2. Zajistit v průběhu vrtných prací velmi přesné vzorkování horninové formace tak, aby se získaly informace o maximálním rozměru štěrbinu filtru.

Po dojemem těchto klíčových zásad *fy Peerless Midwest* navrhla představitelům města konstrukci nové studny za použití komplexního dvojitého filtru s obsypem mezi vnějším a vnitřním pláštěm filtru. *Fy Peerless Midwest* používala v minulosti velkopřůměrové „komplexní“ filtry na vyvolávání obecních studní a inženýr projektu měl představu, že by to mohla být dobrá příležitost k prokázání účinnosti takého „komplexního“ filtru v konstrukci nového těžebního vrtu na lokalitě *Warneke*. Navíc, *fy Peerless Midwest* navrhovala provedení vrtu technologií „cable-tool“ (lanové vrtání kalovkou, šapou apod.), při níž se dosahuje vysoké přesnosti vzorkování horninové formace.

Fy Peerless Midwest, která měla dobré zkušenosti s „komplexními“ filtry vyráběné *fy Houston Well Screen* (nyní je tato *fy* součástí *fy Johnson Screens*) doporučila městu *LaPorte* výrobek ***fy Johnson – Muni-Pak***. V počátcích byli představitelé města skeptičtí vůči názoru, že by mohl „komplexní“ filtr s obsypem o síle pouze 0,8398 inch (21,3 mm) zaručit studnu bez písku. Nicméně výzkumy ukázaly, že řádně nadimenzovaný obsyp o tloušťce menší než 0,5 inch (12,7 mm) úspěšně zadržel částice z formace bez ohledu na rychlost vody prostupující obsypem filtru (Driscoll, 1986). Nicméně při použití konvenční technologie vrtání je nemožné umístit obsypový písek do mezikruží o síle jen 0,5 inch a očekávat, že se navrství stejnoměrně okolo filtru (Driscoll, 1986). Následkem toho, jen silný obsyp bez prázdných míst, jak je známo z minulosti zajistí stejnoměrné vyplnění mezikruží kolem filtru.

Na druhé straně se obecně mělo za to, že takový silný obsyp přispěl na lokalitě *Warneke* ke shora uvedeným problémům. Spoléhající se na výzkum *fy Johnson*, *fy Peerless Midwest* byla názoru, že konstrukce nové studny za použití „komplexního“ filtru by mohla zajistit stejnoměrné umístění velmi tenkého obsypu kolem filtru, který by mohl příznivě regulovat pískování studny a rovněž by se vyloučil „tlustý“ konvenční obsyp, který by byl na překážku budoucímu čištění a reaktivaci studny. Zdá se, že alespoň teoreticky *fy Peerless Midwest* našla způsob jak rozptýlit obavy představitelů města *LaPorte* ohledně konstrukce nové studny na lokalitě *Warneke*

3. Vypadá to hezky na papíru, ale bude to fungovat v praxi?

Jak se blížil čas k rozhodnutí města o konečné specifikaci nabídky co se týká konstrukce nové studny, názory na „komplexní“ filtr se nekontrolovatelně lišily tak, že *fy Peerless Midwest* byla nakonec „vyšaltována“ ze hry množstvím zájemců o realizaci nové studny. Výsledkem bylo rozhodnutí města o vyvolávací ceně pro konstrukci studny ve 3 alternativách:

- konstrukce s technologií „cable-tool“ (vrtání na laně) a instalace „komplexního“ filtru,
- rotarové vrtání s konvenční podpažnicovou přibírkou a klasický filtr s obsypem,
- reverzní cirkulace s podpažnicovou přibírkou a klasický filtr s obsypem.

Když byly otevřeny obálky s nabídkami, nejnižší cena byla u technologie lanového vrtání s „komplexním“ filtrem. Poněvadž toto bylo takto formulováno v zadání nabídky, město zvolilo nakonec tuto inovační metodu provedení studny jako definitivní.

Poněvadž litologický profil na lokalitě Warneke byl dostatečně zdokumentován, nebylo nutné vrtat zkušební vrt. Pouze hloubka a zrnitost formace bylo potřeba určit. Bylo známo, že formace je tvořena velmi jemným a stejnorodým materiálem, vzorkování muselo být provedeno přesně pro zjištění správného rozměru štěrbin filtru. Inženýr projektu věřil, že technologie vrtání na laně by mohla přinést prvotřídní granulometrické výsledky oproti jiným navrhovaným technologiím a byl přesvědčen že tato výhoda by mohla jednoznačně vést k maximalizaci rozměru štěrbin filtru při minimálním riziku pásování studny.

4. Detaily konstrukce nové studny

Po výběru místa nového pracoviště, byl vrt zahájen předražením pažnice 16" (406 mm) přes zvodnělou formaci na hlavu spodní jílového polohy. Vrt byl proměřen karotáží GK a pak byl uzavřen, vrtné vzorky byly odeslány na granulometrickou analýzu pro výběr optimální štěrbin filtru.

Na základě výběru štěrbin byla připravena předběžná konstrukce výstroje studny a tato byla prezentována na mítinku s vlastníkem a inženýrem projektu. Po dlouhotrvající diskusi byla odsouhlasena konečná konstrukce studny a finální fáze studny byla zahájena. Z praktického hlediska instalace „komplexního“ filtru nemá žádné odlišnosti oproti instalaci běžného filtru s klasickým obsypem. Sestava „komplexního“ filtru byla centricky zapuštěna do 16" pažnice na dno vrtu. Hlava filtrové kolony byla opatřena pakrem „K“ k zatěsnění výstupního potrubí na hlavě filtru a 16" pažnice. Po vytažení 16" pažnice a obnažení „komplexního“ filtru, byla aktivace studny zahájena vysokotlakým ostříkáním štěrbin filtru spolu s airliftovým čerpáním. Protože formace byla velmi stejnoměrná a rozměr štěrbin byl určen velmi přesně, aktivace studna netrvala příliš dlouho.

5. „Komplexní“ filtr ovšem není obyčejný filtr

Filtr, který byl instalován do nové studny byl rozměru 12"x10" (305x273mm), materiál AISI 304, štěrbina č.30 (0,8 mm). Rozměr štěrbin byl vyhodnocen na základě konvenční granulometrické analýzy. Materiál obsypu byl vybrán Carbolite, keramické kuličky, které jsou léta používány v naftařské prospekci jako štěpící a obsypový materiál (tyto kuličky jsou namíchány do štěpící kapaliny k udržení otevření trhlin po naštěpení ložiska. Materiál kuliček Carbolite byl vybrán pro tuto aplikaci pro jejich tvar - zaoblení a stejnoměrnost, která je lepší než u běžného pískového obsypu.

Laboratorní testy obsypu kuličkami Carbolite prokázaly že obsyp má vyšší koeficient propustnosti než je tomu u obsypového pískového materiálu stejného rozměru, protože není hranatý jako běžný obsypový písek. Charakteristiky zadržování písku jsou stejné jak pro Carbolite, tak pro konvenční obsypový materiál (Bode, 2001). Oba druhy obsypového materiálu byly schopny zadržet stejný rozměr mechanických částic z formace (Bode, 2001). Důvodem je fakt, že otvor porů obsypového materiálu je stejný v rozměru (Bode, 2001).

Nezadnedbatelná výhoda při použití obsypu Carbolite je ve snížené tendenci keramických kuliček být ovlivněn inkrustací a biofilmem. Prvotní laboratorní testy naznačují, že charakteristiky dobře zaoblených a stejnoměrných kuliček Carbolite mají menší množství nepravidelných povrchových ploch než je tomu u konvenčního obsypového materiálu a tedy kuličky mají menší množství povrchů, ke kterým může přilnout inkrustační a biologický materiál (Schneiders, 2002). Tato charakteristika může redukovat tendenci Carbolite kuliček k zanesení až o 50 % ve srovnání s konvenčním obsypovým materiálem (Schneider, 2002).

„Viděli jsme tenký stejnoměrný Carbolite obsypový materiál, který je nedílnou součástí výrobku Muni-Pak a považujeme ho jako zásadní zlepšení oproti klasickým silným pískovým obsypům v minulosti“ říká *Terry Hodnik*, inženýr spol. *NIES Engineering Inc.*, Hammond Indiana, hlavní inženýr projektu. „Jsme přesvědčeni, že až přijde čas čistit tuto studnu v budoucnu, bude jednodušší transportovat čistící medium a reaktivační energii skrz tenký, dobře zaoblený Carbolite obsyp“

Vnější a vnitřní plášť filtru je tvořen klasickým nerezovým filtrem vinutým na drátové osnově. Ve výrobním závodě byl 10" vnitřní filtr umístěn ve vnějším 12" filtru, spodní mezikruží bylo zavařeno kroužkem a celá sestava vertikálně umístěna do 62ft (18 m) vysoké plnicí věže.

Jakmile byla tato sestava umístěna v plnicí věži, Carbolite kuličky 12x18 (0,3x0,46 mm) byly vsypány do mezikružového prostoru mezi vnějším a vnitřním pláštěm filtru. Celá sestava filtru byla vibrována pomocí 2 průmyslových vibrátorů k zajištění úplného a stejnoměrného rozdělení kuliček mezi vnějším a vnitřním pláštěm filtru. Po úplném zaplnění mezikruží kuličkami, bylo mezikruží zavařeno horním kroužkem a celá sestava umístěna do dřevěné bedny k transportu. Je třeba zdůraznit, že výběr Carbolite kuliček 12x18 byl založen na granulometrické analýze a 70 % podsítiného bylo znásobeno faktorem 4-6 pro dosažení bezpečného rozměru velikosti zrn obsypu. Jakmile byl vybrán optimální obsypový materiál, byl stanoven i rozměr štěrbin vnitřního a vnějšího filtru k zajištění 100 % účinnosti „komplexního“ filtru.

6. „Komplexní“ filtr pracuje, zde jsou výsledky !!!

Po zapuštění filtrové výstroje byla provedena krátká aktivace studny a 24 hod. čerpací zkouška. Bylo čerpáno přibližně 805 gpm (tj. $50,8 \text{ l.s}^{-1}$) po celou dobu zkoušky při kalkulované měrné vydatnosti 24,6 gpm/ft ($5,25 \text{ l.s}^{-1}$ na 1 m snížení). Tato specifická vydatnost ve srovnání s původní měrnou vydatností na 2 starých studnách lokality Warneke, které byly hloubeny s reversní cirkulací výplachu, dále rozšířeny podpažnicovou přibírkou a obsypány silným kačirkovým obsypem, vystihuje přednosti výstroje studny „komplexním“ filtrem Muni-Pak.

Účinnost nové studny byla zkalkulována na 95,68 %. Níže uvedená tabulka srovnává původní specifické vydatnosti 2 starých studní a nové studny.

Porovnání dvou starých studní na lokalitě Warneke a nové studny vystrojené „komplexním“ filtrem Muni-Pak

studna	SWL (m p.t.)	DWL (m p.t.)	Q (l.s-1)	měrná vydatnost (litr.s-1/ m)
stará studna 1A	3,81	16,46	63,85	5,05
stará studna 2	4,57	19,20	88,58	6,06
nová studna 3	6,96	16,00	50,79	5,09

7. O dva roky později

Je to je nyní více než 2 roky, kdy pro město *LaPorte* byla vystrojena nová studna č. 3 a provoz studny pokračuje s nezmenšenou vydatností. Konečná instalace čerpadla byla projektována na 800 gpm (cca $50,47 \text{ l.s}^{-1}$). Studna č.3 o hloubce 50 m zůstává bez písku a nejsou žádné známky snížené vydatnosti vlivem inkrustací na filtrech. Jestliže bude potřeba v budoucnu studnu vyčistit a reaktivovat, město a *fy Peerless Midwest* jsou si jisti, že čištění bude ulehčeno díky tenkému, rovnoměrnému obsypovému materiálu, který obklopuje vnitřní plášť filtru. Již nikdy v budoucnu se nebude chemická a mechanická reaktivační energie ztrácet a vybijet v „tlustém“ kačirkovém obsypu, u kterého dochází časem ke tvorbě pískových můstků a inkrustací.

Všichni kdo byli zainteresovaní na tomto projektu vidí budoucnost municipálních studní v konstrukci s velkopřůměrovými „komplexními“ filtry MuniPak jako jednoznačná alternativa k jednoplášťovým filtrům s konvenčním kačirkovým obsypem.

„Učebnice vždy teoreticky uváděly, že pokud je možnost aplikovat okolo filtru velmi „tenký“ obsyp bez volných prostor pak tento tenký obsyp by mohl pracovat stejně jako „tlustý“ obsyp, který je dosud historicky uznávanou studnařskou normou“ říká *Todd Taylor*, správce vodovodní sítě města *LaPorte*. „Tenký vsyp filtru MuniPak zajišťuje kontrolu nad pískováním studny a minimalizuje tvorbu biofilmu a inkrustací, kteréžto problémy v minulosti sužovaly uživatele studní s klasickým obsypem. **Filtr MuniPak dokázal převést teorii do praxe“.**

Literatura

- Bode J.: Flow and sand retention test for 3" x 5" PS Muni-Pak Screens. Houston, Texas, Weatherford Completion Systems, 2001.
- Driscoll F.G.: *Ground Water and Wells*. St.Paul, Minnesota: Johnson Screens, a Weatherford Company, 1986.
- Schneiders J: Carbolite laboratory tests. Water Systems Engineering, Ottawa Kansas 2002.