

SANACE NÁSLEDKŮ HAVÁRIE VLAKU S BENZENEM V HUSTOPEČÍCH NAD BEČVOU

REMEDIATION OF THE CONSEQUENCES OF THE TRAIN ACCIDENT WITH BENZENE IN HUSTOPEČE NAD BEČVOU

Milan Horák¹, Martin Popl¹, Ondřej Urban¹ a kol., DEKONTA, a.s.

¹) DEKONTA, a.s., Dřetovice 109, 27342 Stehelčevy, e-mail: horak@dekonta.cz

Abstrakt:

V únoru 2025 došlo v železniční stanici Hustopeče nad Bečvou k havárii nákladního vlaku, při níž uniklo přibližně 250 tun benzenu do horninového prostředí. Havárií bylo zasaženo území o rozloze přibližně 45 000 m², nacházející se v bezprostřední blízkosti ekosystému řeky Bečvy. Bezprostředně po stabilizaci požáru byly zahájeny havarijní práce zaměřené na omezení další migrace kontaminace. Klíčovým opatřením první etapy bylo vybudování podzemní štětové stěny, která hydraulicky uzavřela nejvíce kontaminované území a vytvořila tzv. izolovanou oblast (IO). Od května 2025 probíhají na lokalitě havarijně-sanační práce zahrnující čerpání a cyklické promývání satureované zóny v IO, přičemž kontaminované vody jsou čištěny na velkokapacitních filtrech s aktivním uhlím. V oblastech vně IO byly na odtokových liniích vybudovány sorpční bariéry z koloidního aktivního uhlí. V současné době zde probíhají sanační práce za použití metod in situ chemické oxidace (ISCO) a podporované aerobní biodegradace.

Abstract:

In February 2025, a freight train accident occurred at the Hustopeče nad Bečvou railway station, during which approximately 250 tons of benzene leaked into the environment. The accident affected an area of approximately 45,000 m², located in the immediate vicinity of the Bečva River ecosystem. Emergency work was initiated immediately after the fire was stabilized, aimed at limiting further migration of contamination. The key measure of the first stage was the construction of an underground sheet pile wall, which hydraulically closed the most contaminated area and created the so-called isolated area (IO). Since May 2025, emergency remediation work has been underway at the site, including pumping and cyclic washing of the saturated zone in the IO, with contaminated water being cleaned on large-capacity activated carbon filters. In areas outside the IO, sorption barriers made of colloidal activated carbon were built on the drain lines. Currently, remediation work is underway using in situ chemical oxidation (ISCO) and assisted aerobic biodegradation methods.

Klíčová slova:

Benzen, havárie, sanace, biodegradace, ISCO

Key words:

Benzene, accident, remediation, biodegradation, ISCO

1. Úvod

V únoru 2025 došlo v železniční stanici Hustopeče nad Bečvou k mimořádné havárii nákladního vlaku převážejícího benzen. Do horninového prostředí následně uniklo přibližně 250 tun této vysoce rizikové látky.

Rozsahem úniku i charakterem zasaženého území se jednalo o jednu z nejvýznamnějších ekologických havárií svého druhu ve střední Evropě. Kontaminace zasáhla území o rozloze přibližně 45 000 m² tvořené převážně velmi propustnými fluvialními štěrky a písky, které jsou hydraulicky propojeny s vodními plochami okolních štěrkoven a s řekou Bečvou.

Nejbližší vodní plocha se nachází pouze přibližně 80–100 m od místa havárie, což představovalo vysoké riziko rychlé migrace kontaminace.

Bezprostředně po požáru byly zahájeny havarijní a sanační práce koordinované HZS ČR, ČIŽP, Správou železnic a později státním podnikem DIAMO. Sanační zásah realizovala společnost DEKONTA, a.s.

V průběhu roku 2025 a první poloviny roku 2026 byly postupně aplikovány a dále doplňovány sanační technologie založené na hydraulické izolaci, čerpání kontaminovaných vod, sorpce na aktivním uhlí a navazující chemické oxidace a biodegradace.

2. Charakteristika benzenu

Benzen (C_6H_6) je aromatický uhlovodík široce využívaný v petrochemickém a chemickém průmyslu. Zároveň se jedná o látku s významnými toxikologickými riziky.

Benzen je těkavý, vysoce hořlavý a dobře migruje horninovým prostředím i podzemní vodou. Z hlediska klasifikace je veden jako prokázaný lidský karcinogen skupiny 1A. Dlouhodobá expozice může vést zejména k poškození krvetvorby a zvýšenému riziku leukémií.

Na lokalitě se významně projeví fyzikálně-chemické vlastnosti benzenu – nižší hustota oproti vodě (LNAPL), relativně nízká viskozita a současně poměrně vysoká rozpustnost. Tyto vlastnosti umožnily rychlé šíření jak ve formě volné fáze na hladině podzemní vody, tak i ve formě rozpouštěné kontaminace.

3. Stabilizace území a vytvoření izolované oblasti

Krátce po stabilizaci požáru byly zahájeny práce směřující k omezení další migrace znečištění. Z důvodu časové naléhavosti byl prvotní průzkum prováděn pomocí kopaných sond a přímých metod typu MIP (Membrane Interface Probe), které umožnily rychle vymezit oblasti s nejvyšší koncentrací benzenu.

Klíčovým opatřením bylo vybudování podzemní štětové stěny, která hydraulicky oddělila nejvíce kontaminovanou část území a vytvořila tzv. izolovanou oblast (IO).

Tím došlo k zásadnímu omezení šíření kontaminace směrem k řece Bečvě a okolním vodním plochám. V rámci IO se podařilo zachytit převážnou část uniklého benzenu (95-98% uniklého množství) a tím vytvořit podmínky pro řízenou sanaci a významně snížit riziko kontaminace řeky Bečvy a na ní navázaných ekosystémů.



Obr. 1 Zjednodušené schéma lokality

Fig. 1 Simplified site diagram

4. Sanační práce uvnitř izolované oblasti

Uvnitř izolované oblasti byl vybudován rozsáhlý sanační systém založený na kontinuálním čerpání podzemní vody a jejím následném čištění na filtrech s granulovaným aktivním uhlím.

Do poloautomatického systému bylo zapojeno 20 vrtů vybavených horními i spodními čerpadly. Čerpaná voda byla sváděna do akumulární nádrže a následně vedena přes sestavu velkokapacitních adsorpčních filtrů.

Provoz systému byl v roce 2026 optimalizován tak, aby bylo možné cyklicky měnit hladinu podzemní vody v IO. Řízené snižování a následně zvyšování hladiny podporovalo rozpouštění zbytkové volné fáze benzenu zachycené v pórech horninového prostředí a vedlo k efektivnímu navýšení účinnosti sanačního čerpání.

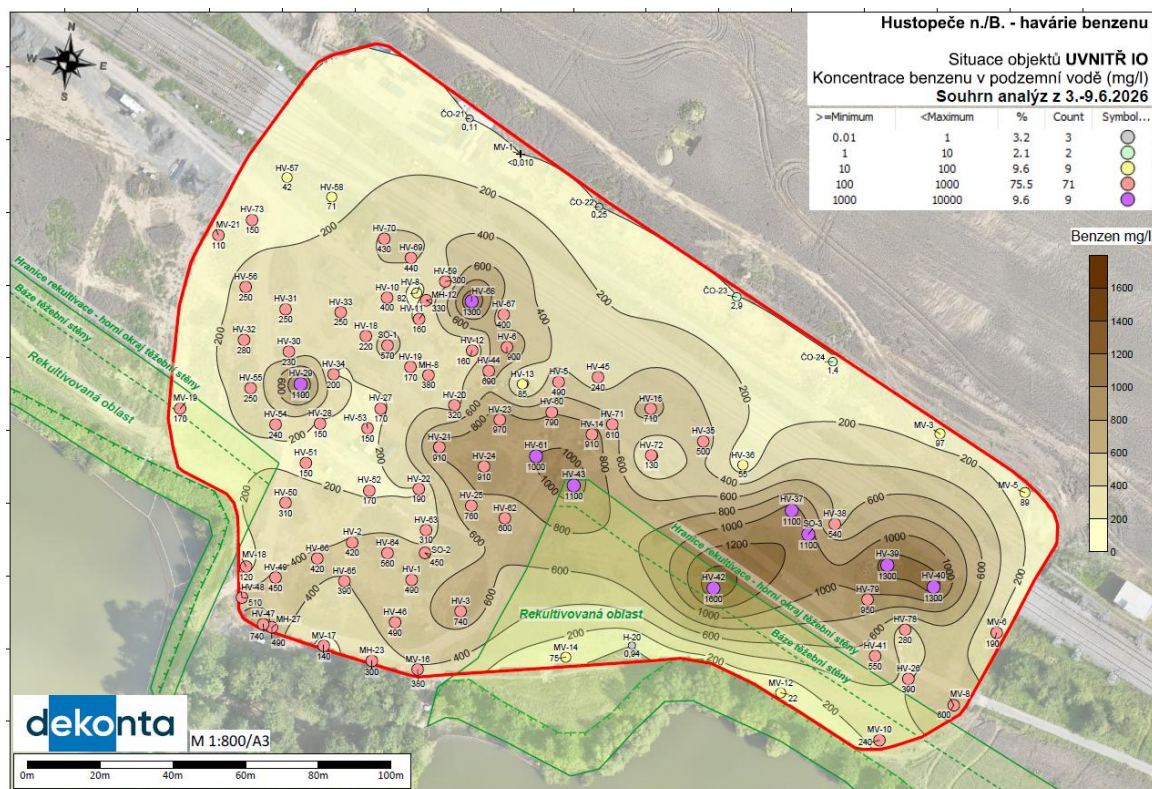
Od zahájení sanačních prací v 3/2025 do 06/2026 bylo v rámci IO přečištěno více než 125 000 m³ podzemních vod a odstraněno přibližně **170 tun** benzenu, z toho téměř **67 tun** prostřednictvím filtrů s aktivním uhlím.

Monitoring současně potvrzuje, že koncentrace uvnitř IO postupně klesají, i když v některých částech přetrvávají vysoké obsahy rozpouštěného benzenu v důsledku pokračujícího rozpouštění zbytkové fáze. Množství podzemních vod v kolektoru uzavřeném štětovou stěnou (cca 700 m a 28 000 m²) lze odhadovat cca na 25–30 tis. m³. Do června 2026 tedy byl tento objem vyčerpán a přečištěn zhruba 5krát, přesto aktuální koncentrace na vstupu do filtrů AU dosahují

0,3 – 0,5 g/l, přičemž při zvýšení hladiny v IO na úroveň hladiny při havárii vlaku dochází cyklicky i ke zvýšení koncentrací benzenu v čerpané vodě. To je důkazem přítomnosti zbytkové volné fáze v pórech v zóně kolísání hladiny podzemní vody a dalšího rozpouštění.



Obr. 2 Systém velkokapacitních filtrů s AU
Fig. 2 Large-capacity filter system with AC



Obr. 3 Koncentrace benzenu uvnitř štětové stěny v červnu 2026
Fig. 3 Benzene concentration inside the IO in June 2026

5. Sanační práce mimo izolovanou oblast

Průzkum provedený v roce 2025 prokázal, že část kontaminace unikla mimo izolovanou oblast ještě před dokončením štětové stěny. Nejvýznamnějšími oblastmi mimo IO jsou tzv. poloostrov a východní ohnisko.

Na poloostrově byly nejprve realizovány aplikace koloidního aktivního uhlí (KAU), které vytváří sorpční bariéru pro omezení šíření rozpuštěného benzenu. Současně byly v exponovaných částech instalovány sanační a monitorovací vrtý a probíhalo ochranné čerpání.

V březnu 2026 proběhla nultá a první kampaň ISCO (in situ chemické oxidace). Technologie byla založena na aplikaci peroxidu vodíku aktivovaného nanočásticemi železa a síranem železnatým.

Pilotní výsledky prokázaly velmi vysokou účinnost zejména v západní části poloostrova, kde došlo ke snížení koncentrací benzenu až o několik řádů. V některých vrtech poklesly koncentrace ze stovek tisíc $\mu\text{g/l}$ na stovky až jednotky $\mu\text{g/l}$.

Na východním byla v květnu zahájena první kampaň ISCO a v návaznosti rovněž biodegradace v jižní části V-ohniska (oddělené linií z KAU), kde se nachází koncentrace benzenu do 50 mg/l .



Obr. 4 a 5 Bioreaktor pro aplikaci biodegradace in situ a isokontejner na H_2O_2 pro chemickou oxidaci ISCO
Fig. 4 and 5 Bioreactor for in situ biodegradation application and H_2O_2 isocontainer for chemical oxidation ISCO

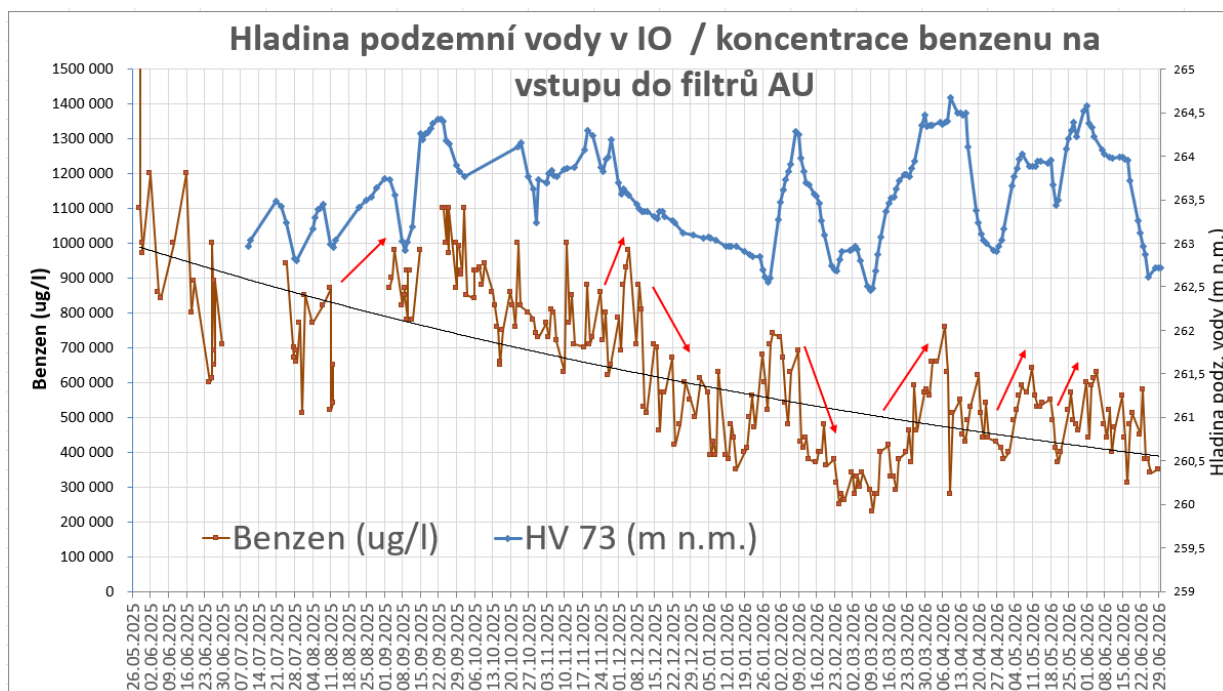
6. Výsledky monitoringu a provozu

V průběhu sanačních prací probíhá kontinuální monitoring podzemních i povrchových vod, sledování hladin podzemní vody a kontrola případného výskytu volné fáze benzenu.

Součástí kontrol během aplikací KAU a ISCO bylo také pravidelné monitorování okolních vodních ploch pomocí PID detektorů.

Dlouhodobé výsledky potvrzují, že se podařilo zabránit nekontrolovanému šíření kontaminace do řeky Bečvy i okolních šterkoven.

Hydraulický režim sanace je průběžně upravován podle aktuální situace na lokalitě. Zvýšené hladiny vody v některých obdobích podporují rozpouštění zbytkového benzenu v zóně kolísání hladiny podzemní vody, což se následně projevuje dočasným nárůstem koncentrací v čerpaných vodách.



Obr. 6 Změny koncentrací benzenu při změnách hladiny uvnitř IO

Fig. 6 Changes in benzene concentrations with changes in the level inside the IO

7. Závěr

Přibližně rok po havárii lze konstatovat, že lokalita byla úspěšně hydraulicky stabilizována a podařilo se významně omezit riziko šíření kontaminace do okolního prostředí.

Probíhající sanační práce představují technicky i organizačně mimořádně náročný zásah, který kombinuje několik navazujících sanačních technologií.

První etapa sanace (ukončená k 07/2026) byla zaměřena především na odstranění volné fáze benzenu a snížení koncentrací rozpuštěné kontaminace v saturované zóně.

V navazujících etapách bude pokračovat chemická oxidace, biodegradace a sanace nesaturované zóny kombinací ventingu a ex situ dekontaminace zemin.

Lokalita zůstává pod intenzivním monitoringem a veškeré práce probíhají za přísných bezpečnostních podmínek odpovídajících toxicitě a výbušnosti benzenu.

Seznam literatury

DEKONTA (2025): Odstranění následků havárie Hustopeče nad Bečvou (1. etapa), Havarijně sanační projekt, revize 02. Praha

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Benzen>

DEKONTA (2026): Odstranění následků havárie Hustopeče nad Bečvou – Zpráva z 0. a 1. kampaně ISCO, rev.02.

DEKONTA (2026): Shrnující zpráva za měsíc květen 2026.