
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: 1802R022 – Informatika a logistika

**Posouzení ekonomické efektivity vybrané
sanační technologie**

**Examination of economic efficiency of selected
sanitation technology**

Bakalářská práce

Autor: **Tomáš Dub**
Vedoucí práce: Ing. Hana Čermáková, CSc.
Konzultant: Ing. Šárka Nováková

V Liberci 29. 5. 2009

Originál zadání

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom(a) toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum: 29. 5. 2009

Podpis

Poděkování

V této části bych chtěl poděkovat Ing. Haně Čermákové, CSc. za podnětné připomínky a odborné vedení po celou dobu práce. Chtěl bych také poděkovat pracovníkům firmy Aquatest za poskytnuté rady a podklady o sanační metodě ISCO. Závěrem děkuji svým rodičům za podporu a umožnění studia.

Anotace

Bakalářská práce zpracovává sanaci metodou ISCO. Práce podrobně analyzuje technologický proces sanační metody ISCO, její dílčí činnosti a aktivity.

Součástí práce je vypracování nákladového modelu pro zvolené činidlo. Podklady pro nákladový model jsou jednotlivé kroky technologického procesu a údaje o sanované lokalitě. Model zachycuje dílčí technologické kroky v časových obdobích plánovaného trvání sanace. Na základě údajů o rozsahu kontaminace a řídicích zásahů sanace jsou kalkulovány náklady jednotlivých kroků a celkové náklady.

Z výsledků modelu získáme přehled o finanční náročnosti a efektivnosti sanace. Model je zpracován v obecné formě, vložení relevantních údajů lze získat ekonomický projekt sanace pro libovolnou lokalitu.

Klíčová slova: sanace, efektivnost, ISCO, manganistan draselný, nákladový model

Abstract

This thesis processes the sanitation in accordance with ISCO - methodology. The thesis analyses the technological process of ISCO method of sanitation in detail; it investigates the partial procedures and activities of ISCO technique.

The part of the thesis is the elaboration of a cost-model for the chosen test solution. The particular steps of the technological process and the specifications of the sanitation locality served as the basis of the cost-model. The model records particular technological proceedings in particular time stages of the sanitation. Both costs of the particular stages and the total costs of sanitation are calculated on the basis of specification of the range of contamination and on the basis of the operational interventions of the sanitation.

The results of the simulation show details of the sanitation costs and efficiency. The model is developed for universal proposes. The economic schema for any locality can be calculated after insertion of relevant data.

Key words: sanitation, efficiency, ISCO, potassium permanganate, cost model

Obsah

Prohlášení.....	3
Poděkování.....	4
Anotace	5
Abstract.....	5
Obsah	6
Seznam tabulek.....	8
Seznam obrázků.....	9
1 Úvod.....	10
2 Popis technologie ISCO.....	11
2.1 Obecné principy metody ISCO.....	11
2.2 Omezení metody ISCO.....	13
2.3 Oxidační činidlo KMnO_4	14
3 Teoretické základy ekonomického modelu	15
3.1 Nákladové položky	15
3.2 Ekonomická efektivnost	19
4 Struktura ekonomického modelu	21
4.1 Struktura technologického procesu.....	21
4.2 Nákladové kategorie technologického procesu	24
5 Nákladový model metody ISCO KMnO_4	26
5.1 Postup zpracování nákladového modelu.....	28
5.1.1 Výpočet potřeby oxidačního činidla.....	29
5.1.2 Náklady vytvoření vrtné sítě.....	31
5.1.3 Náklady na strojní zařízení	37
5.1.4 Náklady na technologii	38
5.1.5 Náklady na investice.....	38
5.1.6 Přímé náklady oxidace v čase.....	39
5.1.7 Provozní náklady oxidace souhrn.....	42
5.1.8 Náklady na postsanační monitoring.....	43
5.1.9 Souhrnné náklady oxidace.....	44
6 Vyhodnocení výsledků	45
6.1 Vstupní údaje	45
6.2 Výstupy modelu.....	46

6.3 Grafické výstupy modelu.....	48
7 Závěr.....	51
Literatura.....	52
Přílohy.....	53

Seznam tabulek

Tab 5.1 Přehled kategorií nákladových položek.....	28
Tab 5.1.1.1 Popis tělesa z modelu	29
Tab 5.1.1.2 Parametry procesu vtláčení.....	30
Tab 5.1.1.3 Spotřeba oxidačního činidla	30
Tab 5.1.1.4 Projekt vtláčení	31
Tab 5.1.1.5 Položky spotřeby el. energie.....	31
Tab 5.1.2.1 Hloubení vrtu.....	32
Tab 5.1.2.2 Čištění vrtu	32
Tab 5.1.2.3 Volba materiálu výstroje vrtu	33
Tab 5.1.2.4 Výstroj vrtu.....	33
Tab 5.1.2.5 Zabezpečení vrtu.....	34
Tab 5.1.2.6 Tabulka typu čerpadel	34
Tab 5.1.2.7 Vybavení vrtu	35
Tab 5.1.2.8 Ostatní položky	35
Tab 5.1.2.9 Společné položky.....	35
Tab 5.1.2.10 Zaházení sanačních vrtů	36
Tab 5.1.2.11 Ostatní společné činnosti	36
Tab 5.1.3.1 Zadání údajů Strojní zařízení.....	37
Tab 5.1.3.2 Kalkulace investic celkem	37
Tab 5.1.4.1 Kalkulace pomocí procenta z ceny investice.....	38
Tab 5.1.5.1 Investice souhrn.....	39
Tab 5.1.6.1 Volba režimu vsakování	39
Tab 5.1.6.2 Vstupní charakteristiky ekonomiky.....	40
Tab 5.1.6.3 Proces vsakování	40
Tab 5.1.6.4 Ceny odběrů.....	41
Tab 5.1.6.5 Monitoring	41
Tab 5.1.6.6 Mzdy – vstupy	42
Tab 5.1.6.7 Mzdové náklady	42
Tab 5.1.7.1 Přímé náklady provozu.....	43
Tab 5.1.7.2 Ostatní náklady provozu.....	43
Tab 5.1.8.1 Postsanační monitoring.....	44

Seznam obrázků

Graf 6.2.1 Vývoj množství odstraněného kontaminantu	47
Graf 6.2.2 Vývoj jednotkových nákladů	47
Graf 6.3.1 Položky přímých nákladů oxidace v dílčích obdobích	48
Graf 6.3.2 Vývoj přímých nákladů oxidace ve struktuře položek	48
Graf 6.3.3 Vývoj hodnot přímých nákladů provozu oxidace	49
Graf 6.3.4 Celkové výdaje na oxidaci v dílčích obdobích	49
Graf 6.3.5 Vývoj celkových výdajů na oxidaci v čase	50
Graf 6.3.6 Vývoj celkových výdajů oxidace	50

1 Úvod

Sanace je proces likvidace, nebo separace ekologických zátěží životního prostředí. Existuje řada sanačních metod a technologií se základním členěním podle místa nakládání s kontaminantem. Rozlišujeme technologie ex situ – mimo místo sanace (např. odtěžení zeminy) a in situ – na místě (např. metody ISCO).

Za ekologickou zátěž považujeme kontaminaci horninového prostředí, podzemních nebo povrchových vod, k níž došlo nevhodným nakládáním s nebezpečnými látkami v minulosti. Kontaminované lokality mají rozmanitý charakter – skládky odpadů, průmyslové a zemědělské areály, drobné provozovny, nezabezpečené sklady nebezpečných látek, bývalé vojenské základny, území postižená těžbou nerostných surovin.

K posouzení ekonomické efektivity sanačních procesů se používají ekonomické (nákladové) modely, ve kterých jsou zachyceny dílčí technologické procesy a nákladové položky sanace. Model simuluje průběh dílčích činností sanačního procesu s dopočtem jejich nákladové náročnosti (jednotlivých činností i celkové), které dokumentují finanční náročnost aplikace sanační metody a její efektivnost.

Pro tvorbu modelu byla vybrána sanační metoda ISCO. Oxidačním činidlem byl zvolen manganistan draselný pro dostatek dat získaných z reálných procesů zasakování. Metoda ISCO byla analyzována nejprve po technologické a následně ekonomické stránce.

Výsledkem provedených analýz je nákladový model sanace oxidací KMnO_4 . Je vytvořen v programu Excel a zachycuje jednotlivé prvky sanace: popis kontaminovaného tělesa, výstavbu vrtné sítě, strojní vybavení, průběh zásaku.

Výsledkem této bakalářské práce je nákladový model sanace metodou ISCO, který podává podrobný přehled o nákladech dílčích procesů i celkových nákladech sanace. Konečným výsledkem je konstrukce souhrnného ukazatele ekonomické efektivity, který zahrnuje ekonomickou náročnost i technologický efekt modelovaného procesu.

2 Popis technologie ISCO

Cílem této kapitoly je prvotní seznámení s metodou ISCO, pro kterou byl vypracován nákladový model popisovaný v této práci. Kapitola je rozdělena na tři části. V první se seznámíme s obecnými principy této metody, ve druhé se seznámíme s omezeními metody ISCO a ve třetí se dozvíme o oxidačním činidle manganistanu draselném (KMnO_4).

2.1 Obecné principy metody ISCO

Metoda in situ chemické oxidace („In Situ Chemical Oxidation“ – ISCO) je neustále se rozvíjející, fungující moderní technologií pro sanaci saturované i nesaturované zóny horninového prostředí ve zdrojových oblastech kontaminace. Mezi výhody použití této metody zejména patří:

- Schopnost relativně rychlé destrukce cílových polutantů.
- Vznik netoxických oxidačních produktů.
- Rychlý průběh reakce.
- Relativní snadnost použití metody.
- Vznik malého množství odpadů.
- Vyšší vstupní investice – v konečném důsledku dochází k úspoře materiálu a finančních prostředků.

V metodě ISCO jsou používána následující oxidační činidla (oxidanty):

- Manganistany: pevný manganistan draselný, manganistan sodný v kapalně formě
- Peroxidy a Fentonovo činidlo
- Ozon
- Peroxodisírany

Metodu ISCO lze použít (v závislosti na použitém činidle) k sanaci těchto kontaminantů:

- Chlorovaná rozpouštědla
- Ropné uhlovodíky

- BTEX – benzen, toluen, ethylbenzen a xyleny
- MTBE – methyl terc-butyl ethen
- Fenoly
- PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky
- PCB – polychlorované bifenyly
- Chlorbenzeny
- Organické pesticidy (insekticidy a herbicidy)
- Muniční látky

Principem reakcí v metodě ISCO je v případě manganistanů přímá oxidace (elektronový transfer). U ostatních činidel se uplatňuje nepřímá oxidace (radikálový mechanismus). Nepřímá oxidace probíhá rychleji než přímá. Radikály jsou částice s volným elektronem, snaží se o spárování elektronů – vyznačují se reaktivitou – mají krátkou dobu existence.

Pro aplikaci metody ISCO hovoří dva zásadní aspekty: distribuce oxidantu v sanovaném horninovém prostředí a reaktivita jednotlivých látek. Oxidační činidla jsou do horninového prostředí aplikována ve většině případů ve formě vodných roztoků a to pomocí vsakovacích vrtů, vsakovacích zářezů, nebo pomocí volně otevřených výkopů/bazénů. Některé chemicky vysoce stabilní kontaminanty mohou být oxidovány pouze silnějšími oxidanty. Silnější oxidanty jsou však rychleji spotřebovávány, mají menší dosah a k zajištění sanace je potřeba více sanačních objektů. Slabší oxidanty urazí větší vzdálenost – zvětšují dosah sanace, proto vyžadují méně sanačních objektů. Faktorem, který ovlivňuje dávkování, je rozpustnost oxidantu ve vodě. Pro přípravu roztoku je používána voda vodovodní, nebo přečištěná ze sanační jednotky – použití v případě probíhajícího čerpání podzemní vody. Aplikace oxidantu je jednorázová dávková, nebo je použito recirkulace. U dávkové aplikace se poloměry dosahu pohybují od 1 m po 10 m.

Metoda ISCO je nejefektivnější v dobře propustném horninovém prostředí. V málo propustném prostředí je omezené šíření oxidačního činidla – může dojít k nedostatečnému kontaktu činidla s kontaminantem. V těchto případech lze použít pneumatické nebo hydraulické štěpení vrstev. Štěpení se provádí pomocí speciálně upravených spirálových vrtáků – použití metody míšení zemin. Druhá metoda pro aplikaci roztoku oxidantu použitelná v málo propustném prostředí je metoda

jednorázově ze špiče zarážené sondy („direct push“) – použití v přiměřeně husté vrstvě a v různých hloubkových úrovních. Nevýhodou je menší hloubkový dosah.

Reakčním médiem ISCO je podzemní voda – primární určení k sanaci saturované zóny horninového prostředí. Pro sanaci nenasaturované zóny je nutné její zavodnění. Zavodnění lze provést zasakováním větších objemů oxidačního roztoku (nehospodárné), zasakováním čisté vody (pomocí vrtů/štol), nebo použitím povrchově aktivních látek.

ISCO je určena k sanaci nepolárních látek málo rozpustných ve vodě. V horninovém prostředí jsou tyto složky distribuovány ve všech jeho složkách, tj. na pevnou fázi (zemina), rozpuštěny ve vodě nebo ve vzduchu, popřípadě ve volné fázi.

2.2 Omezení metody ISCO

Omezení metody ISCO:

- Obecné bezpečnostní aspekty – metodická příručka, osobní ochranné pracovní prostředky, měření koncentrací látek v ovzduší, zajištění a označení pracoviště.
- Nutnost zabezpečeného skladování a odpovídající manipulace (nakládání) s oxidačními činidly.
- Narušení statiky budov – může k němu docházet při tlakové injektáži oxidačních činidel.
- Možná prašnost pevného manganistanu draselného.
- Přítomnost podzemních inženýrských sítí může způsobit nežádoucí šíření oxidantu nebo kontaminantu (v kapalně nebo plynné formě).
- Některé těžké kovy se vyskytují i jako příměsi v technických manganistanech, záleží na druhu manganistanu, výrobci a kvalitě výrobní suroviny.
- Při použití manganistanů může docházet ke změnám v propustnosti horninového prostředí díky vysrážení oxidů manganu.
- Při aplikaci velkých objemů oxidačního roztoku může dojít ke změně odtokových poměrů podzemních vod ze zájmové lokality.
- Přestože díky aplikaci metody ISCO obecně dochází i ke zvýšení biologické aktivity, může na lokalitě dojít i k dočasné nežádoucí redukci biomasy.
- Vyšší vstupní náklady (přestože v konečném důsledku díky relativně krátké době sanace dochází k finančním úsporám).

2.3 Oxidační činidlo KMnO_4

Manganistan je z oxidačních činidel nejstálější – v horninovém prostředí vydrží nejdéle v nezreagovaném stavu. Toho je využíváno v méně propustném prostředí, v prostředí s vysoce propustným horninovým prostředím nutno zamezit jeho nežádoucímu šíření.

V metodě ISCO v ČR je manganistan draselný (KMnO_4) nejpoužívanějším oxidačním činidlem. Jeho reakční rychlost je v řádech hodin až dnů. Výhodami KMnO_4 je snadná a bezpečná manipulace, doprava a jeho skladování.

Reakčním mechanismem je přímá oxidace (elektronový transfer). Pevný manganistan draselný (KMnO_4) je dostupný v různých stupních čistoty – příměsí těžkých kovů. S použitím vody z veřejného vodovodu nebo přečištěné podzemní vody lze tedy v běžných terénních podmínkách připravit maximálně 4% roztok.

Účinný poloměr oxidace je u manganistanu větší než u ostatních oxidačních činidel. Ve zvodnělém horninovém prostředí může manganistan vydržet měsíce, v závislosti na propustnosti horninového prostředí a obsahu přirozeně se vyskytujících oxidovatelných látek. Mezi přirozeně se vyskytující oxidovatelné látky patří zejména organická hmota NOM (Natural Organic Matter – přirozeně se vyskytující oxidovatelné organické látky) a některé anorganické látky. Ve srovnání se silnějšími oxidanty manganistan málo reaguje s vodou.

Mezi faktory omezující použití manganistanu patří:

- Před zahájením sanace je nutno stanovit optimální dávkování – dostatečné k oxidaci cílových kontaminantů a přítomných oxidovatelných (necílových) látek.
- Může dojít ke zvýšení obsahu těžkých kovů v podzemní vodě. Některé těžké kovy jsou v technickém manganistanu přítomny jako příměs.
- V neutrálním a zásaditém prostředí dochází k vysrážení oxidů manganistanu.
- Při nakládání s pevným KMnO_4 může dojít k prašnosti látky, z hlediska transportu je však pevné skupenství výhodou.

3 Teoretické základy ekonomického modelu

Popíšeme základní použité ekonomické pojmy a teorie, se kterými jsme se seznámili za účelem vytváření nákladového modelu sanační technologie.

3.1 Nákladové položky

Dlouhodobý hmotný majetek (DHM)

Dříve označován jako investiční majetek – soubor věcných prostředků, které slouží podniku delší dobu (obvykle déle než 1 rok) – postupně se opotřebovává. Patří do něj budovy, stavby, strojní a výrobní zařízení, nástroje, dopravní prostředky, zařízení kanceláří, výpočetní technika apod. Pro dlouhodobý hmotný majetek je stanovena minimální cena 40 000 Kč.

Rozlišujeme dva druhy životnosti DHM – technickou a ekonomickou. Technická životnost je způsobilost plnit výrobní účel, produkovat technicky nezávadné statky. Technické prostředky postupně ztrácí užitnou hodnotu (zrychleně ke konci životnosti). Ekonomickou životností rozumíme schopnost zajištění hospodárnosti, konkurenceschopnosti výroby (vyráběných statků). DHM časem ztrácí tržní hodnotu (rychleji hned po uvedení do provozu).

Vyjádřením postupného snižování hodnoty DHM jsou odpisy. Jsou nákladovou položkou, vstupují do ceny produkováných výrobků, v tržbách se vracejí do podniku – plní i funkci spořicí. Výše odpisů ovlivňuje výši zisku – zákonem jsou předepsány způsoby odepisování a jejich daňové sazby. Odepisování se provádí v závislosti na čase, nebo dle výkonu (u některých strojů a dopravních prostředků). Častěji je používáno časové odepisování podle rozložení odpisů v době předpokládané životnosti: lineární odepisování (v každém roce stejná výše odpisů), zrychlené odepisování (klesající – v prvních letech větší odpisy než v dalších letech). V našem modelu bylo použito lineární odepisování strojního zařízení.

Náklady

Z pohledu finančního účetnictví jsou náklady peněžně vyjádřená spotřeba výrobních faktorů vynaložených na tvorbu výnosů podniku, včetně nákladů spojených s činnostmi podniku.

Ekonomické pojetí nákladů: charakterizují nejen sumu, která byla v penězích zaplácena, ale vše, co bylo obětováno. (Ekonom do ekonomických nákladů zahrne

úroky z kapitálu vloženého do výroby, které jsou rovny výši úroků, jenž by získal, pokud by tento kapitál půjčil – částku fakticky obětoval – nezaplatil ji, ani nezískal).

Náklady musí souviset s výnosy příslušného období – věcná a časová shoda výnosů a nákladů s vykazovaným obdobím. Zajišťuje ji tzv. časové rozlišování nákladů a výnosů.

Druhovému třídění nákladů

Toto třídění soustřeďuje náklady do stejnorodých skupin spojených s činností jednotlivých výrobních faktorů (materiál, práce, investiční majetek) – tedy co bylo spotřebováno. Základními nákladovými druhy jsou:

- **spotřeba** surovin, materiálu, paliv, energie a provozních látek,
- **odpisy** budov, strojů, výrobních zařízení, nástrojů, nehmotného investičního majetku,
- **mzdové a ostatní osobní náklady** – mzdy, platy, provize, soc. a zdravotní pojištění,
- **finanční náklady** – pojistné, placené úroky, poplatky,
- **náklady na externí služby** – opravy, revize, nájemné, dopravné, cestovné.

Peněžní výdaje – úbytek peněžních fondů (hotovost, stav na bankovním účtu). Peněžním nákladem je např. nákup stroje – nevstupuje do nákladů. Náklady jsou až odpisy stroje, které přenáší cenu stroje do nákladů podniku až v následujících obdobích.

Členění nákladů v manažerském rozhodování

Náklady jsou ukazatelem kvality činnosti podniku – jejich usměrňováním a řízením je možné ovlivnit efektivnost výroby. Řízení nákladů vyžaduje jejich podrobné třídění.

Pro manažerské rozhodování je důležité třídění nákladů podle závislosti na změnách objemu výroby – náklady fixní, variabilní.

Fixní náklady – nezávislé na změnách objemu výroby. Zabezpečují chod podniku jako celku. Vznikají, i když se nic nevyrábí. Mění se skokem (při změně kapacity výroby – např. při koupi nového strojního zařízení). Patří k nim odpisy, mzdy správních pracovníků, nájemné, pojištění, úroky z půjček, náklady na školení, počítačové vybavení.

Variabilní náklady – mění se v závislosti na změnách objemu výroby:

- proporcionalně – rostou stejně rychle,
- nadproporcionalně – rostou rychleji,
- podproporcionalně – rostou pomaleji.

Celkové náklady N jsou všechny náklady vynaložené na celkový objem produkce. Nákladová funkce vyjadřuje vztah mezi náklady a objemem produkce – nejjednodušší je lineární funkce (zdroj [5]):

$$N = F + n * q \quad (1)$$

kde N jsou celkové náklady v Kč,
 q – objem výroby v naturálních jednotkách (např. kusech),
 n – variabilní náklady na 1 jednotku (1 kus),
 F – fixní náklady.

Náklady na jednotku objemu výroby N_j – **průměrné (jednotkové) náklady**:

$$N_j = N / q \quad (2)$$

Z funkce vyplývá, že s rostoucím objemem výroby jednotkové náklady klesají – fixní náklady se „rozpouštějí do stále většího objemu produkce“. Tento jev se nazývá degrese nákladů – je jedním z hlavních způsobů zvyšování efektivity výroby.

Metody rozlišení fixních a variabilních nákladů

- **metoda logického třídění nákladů** – třídíme celkové náklady určitého podniku na fixní a variabilní náklady podle jejich konkrétního chování, je prováděno rozborářem seznámeným s konkrétními podmínkami v podniku;
- **metoda regresní a korelační analýzy** – předpokládá existenci dostatečného množství vstupních dat o nákladech a objemu výroby, nelze ji použít u projektované výroby;
- **metoda dvou období** – řeší se dvě lineární funkce sestavené z dat dvou období, jednoho s malým, druhého s velkým objemem výroby – hledají se hodnoty fixních a variabilních nákladů, metoda je málo spolehlivá.

Metoda logického třídění nákladů

Principem je třídění jednotlivých nákladových položek na fixní a variabilní podle toho, jestli se mění, nebo nemění ze změnami objemu produkce. Do fixních nákladů zařadíme náklady, o nichž jistě víme, že se jejich velikost zůstává stejná,

bez ohledu na objem a druh produkce. Do variabilních nákladů zařadíme ty náklady, jejichž velikost se mění se změnami objemu výroby.

Kalkulace nákladů

K řízení nákladů je nutné jejich sledování i z věcného hlediska – tj. podle výkonů (výrobku, služeb). To je úkolem kalkulací vlastních nákladů.

Vlastní náklady (náklady kalkulace) jsou ve většině položek stejné s náklady finančního účetnictví. V některých případech se liší: podnikatelská mzda, kalkulační nájemné za použití vlastních prostor – ve finančním účetnictví se neúčtují, ale do kalkulací se dodatečně zahrnují. Odpisy se ve finančním účetnictví evidují dle předpisů – účtují se pouze po stanovenou dobu. Kalkulační odpisy se účtují ve výši potřebné k zajištění zachování kapitálu (aby při náhradě prostředku byly k dispozici potřebné peníze) a tak dlouho dokud je prostředek používán.

Kalkulace nákladů je písemný přehled jednotlivých položek nákladů a jejich úhrn na kalkulační jednici. Kalkulační jednice – výkon (výrobek, práce, služba) vymezený měřicí jednotkou, např. jednotkou množství (kusy), hmotnosti (kg), plochy (m²).

Jednotlivé položky nákladů se vyčíslují v kalkulačních položkách. Doporučené položky obsahuje všeobecný kalkulační vzorec.

Všeobecný kalkulační vzorec(zdroj [5], [2]):

- 1) Přímý materiál
- 2) Přímé mzdy
- 3) Ostatní přímé náklady
- 4) Výrobní (provozní) režie
Vlastní náklady výroby – položky 1 až 4
- 5) Správní režie
Vlastní náklady výkonu – položky 1 až 5
- 6) Odbytové náklady
Úplné náklady výkonu – položky 1 až 6
- 7) Zisk (ztráta)
Cena výkonu

Vzorec uvedený je vzorcem kalkulací ceny – cena vzniká dle principu „náklady + zisk = cena“, jedná se tedy o tzv. nákladovou cenu. Ta se používá v případě, kdy cenu neurčí přímo trh (např. u stavebních prací). Zisk je stanoven pro zajištění požadované

výnosnosti kapitálu. Cenová kalkulace slouží jako podklad pro jednání s odběrateli a jejím cílem je dokázat únosnost jednotlivých nákladových položek a zisku. Kalkulace nákladů je interní informace a slouží jako nástroj vnitropodnikového řízení.

V kalkulačním vzorci se vyskytují dvě základní skupiny nákladů – přímé a režijní.

Přímé náklady se přiřazují jednotlivým druhům výrobků bez jejich předchozího soustředování podle místa vzniku. Do položky přímý materiál patří suroviny, základní materiál, polotovary, pohonné hmoty, výrobní obaly. Jedná se o materiál, který se stává trvalou součástí výrobku, nebo vytváří jeho potřebné vlastnosti.

Přímé mzdy zahrnují základní mzdy (úkolové, časové), příplatky, doplatky a prémie výrobních dělníků přímo související s kalkulovanými výkony.

Do ostatních přímých nákladů se zpravidla zahrnují technologické palivo a energie, odpisy, opravy a udržování, ztráty ze zmetků a vadné výroby.

Režijní náklady jsou náklady společně vynaložené na celé kalkulované množství výrobku (více výrobků), nebo zajištění chodu celého podniku, které nelze stanovit na kalkulační jednici přímo.

Výrobní (provozní) režie zahrnuje nákladové položky související s řízením a obsluhou výroby, které nelze stanovit přímo na kalkulační jednici. Patří sem režijní mzdy, opotřebení nástrojů, odpisy hmotného investičního majetku, spotřeba energie.

Do správní režie patří nákladové položky související s řízením podniku, např. odpisy správních budov, platy řídicích pracovníků, pojištění.

Odbytové náklady jsou náklady spojené s odbytovou činností – náklady na skladování, propagaci, prodej výrobku.

3.2 Ekonomická efektivnost

Podnik vyrábí efektivně, pokud jsou výrobní faktory v optimálním množství a v optimálních proporcích, tedy že výrobky uspokojuje spotřebu trhu s maximálním využitím výrobních faktorů. Základem slova efektivnost je „efekt“ – výsledek, účinek, následek. Souhrnným efektem podniku jsou poskytované výrobky a služby (výstup podniku). Výrobky a služby vznikají spotřebou výrobních faktorů, které tvoří vstup podniku. Efektivnost vyjadřuje poměr výstupu ke vstupu. Můžeme tak měřit účinnost každého jednotlivého výrobního faktoru.

$$\text{efektivnost} = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}} = \frac{\text{výrobky (služby)}}{\text{výrobní faktory}} \quad (5) \quad (\text{zdroj [5]})$$

V praxi se takto měří účinnost lidské práce (produktivita práce), strojů a výrobního zařízení (produktivita, nebo výrobnost strojů a zařízení), účinnost využití materiálu, ale i účinnost managementu. Rozhodující je však souhrnný efekt a souhrnná efektivnost všech výrobních faktorů (celého podniku).

Efektivnost chápeme jako míru využití energie, kterou je podíl energie využitá a energie vynaložená za stejnou dobu [5] (tak efektivnost chápou technické vědy). Vypočtené číslo je vždy menší než 1.

Při hodnocení ekonomické efektivnosti nelze posuzovat pouze technickou efektivnost, ale je nutné poměřovat také hodnotu vstupů. Vždy je nutné poměřovat hodnotu výstupu k hodnotě vstupu:

$$\text{měřítko efektivnosti} = \frac{\text{hodnota výstupu}}{\text{hodnota vstupu}} \quad (6) \quad (\text{zdroj [5]})$$

Za výstup považujeme hodnotu všech statků vyrobených za určité období, měřenou obvykle jako výnosy (tržby), nebo jako čisté výnosy – zisk (rozdíl mezi výnosy a náklady). Za hodnotu vstupu považujeme hodnotu výrobních faktorů spotřebovaných na daný výstup (náklady, nebo kapitál).

Ukazatel haléřové nákladovosti je podíl nákladů připadajících na jednu peněžní jednotku výnosů:

$$\text{ukazatel haléřové nákladovosti} = \frac{\text{náklady}}{\text{výnosy}} \quad (7) \quad (\text{zdroj [5]})$$

4 Struktura ekonomického modelu

Tato kapitola se zabývá základní analýzou technologického procesu sanace. Provedeme analýzu oxidace činidlem manganistanem draselným (KMnO_4), kterou zpracovává nákladový model, který je probírán v dalších kapitolách. V první podkapitole ukážeme technologický proces v reálném prostředí. Druhá kapitola se zabývá nákladovými kategoriemi technologického procesu.

4.1 Struktura technologického procesu

Obecné schéma sanace lze rozdělit do níže uvedených kroků, jejichž souslednost by měla být vždy dodržena a žádný z nich by neměl být zcela vynechán:

- **Přípravné terénní a průzkumné práce**
- **Přípravné laboratorní zkoušky**
- **Pilotní pokus / poloprovozní zkouška**
- **Provozní aplikace**, v případě nutnosti **opakovaná provozní aplikace**
- **Postsanační monitoring**
- **Průběžné vyhodnocování**

Přípravné terénní a průzkumné práce

Zahrnují hydrogeologický a geofyzikální průzkum, stopovací zkoušky, úvodní monitoring, zjištění situace podzemních inženýrských sítí. Rozsah prací závisí na dosavadním prozkoumání zájmové lokality. Před sanací je nutné provést úvodní monitoring – odhad velikosti sanované plochy, distribuci a celkovou bilanci kontaminace před zahájením aplikace, provést odběr vzorků zemin. Lze doporučit provedení stopovacích zkoušek.

Stopovací zkouška

Stopovač je nadávkován do vybraných vrtů ve zdrojové oblasti kontaminace, monitorovány jsou vrty ve směru proudění podzemní vody. Cílem je ověření rychlosti proudění podzemní vody. Doba trvání je obvykle 1 – 2 měsíce.

Přípravné laboratorní zkoušky

Cílem prováděných laboratorních zkoušek je stanovení parametrů potřebných k provedení pilotního pokusu a provozní aplikace. Nejdůležitější je provedení

laboratorních zkoušek oxidovatelnosti zeminy odebrané ze zájmové lokality za účelem posouzení vlivu přítomnosti zeminy na spotřebu a rozpad oxidantu.

Pilotní pokus / poloprovozní zkouška

Pro poloprovozní zkoušku jsou podkladem data z předcházejících kroků. Cílem je určení parametrů pro návrh a provedení provozní aplikace na dané lokalitě s ohledem na:

- Výběr oxidantu vhodného pro danou lokalitu.
- Dávkování oxidantu – stanovení jeho celkové potřebné dávky.
- Rychlost spotřeby oxidantu ve zvodněném horninovém prostředí.
- Stanovení poloměru dosahu účinku oxidačního činidla.
- Ovlivnění propustnosti zvodněného horninového prostředí.
- Nežádoucí migraci kontaminace, kterou může způsobit nadměrné množství aplikovaného oxidačního činidla.
- Stanovení velikosti sítě zasakovacích vrtů: tvar sítě, rozestupy mezi jednotlivými vrty, návrh sítě – efektivní překrytí dosahů oxidace.
- Ověření způsobu aplikace oxidantu, technologických parametrů a kapacity navrhovaných zařízení.
- Posouzení vlivu na okolní objekty.
- Uvolňování těkavých látek do půdního vzduchu a posouzení jejich výbušnosti.
- Stav zájmové lokality z ekologického hlediska, účinek oxidace na redukci biomasy.

Provozní aplikace

Provozní aplikace metody obecně zahrnuje zejména tyto aspekty:

- přípravu oxidačních a dalších potřebných činidel,
- aplikaci činidel,
- stálá ochranná opatření,
- průběžný provozní a koncový monitoring.

Provozní aplikaci lze navrhnout a provést až po vyhodnocení předchozích etap prací. Nejen v případě manganistanu lze obvyklou provozní aplikaci charakterizovat následujícími body:

- Postupně je použito několik zasakovacích linií – využity jsou stávající sanační vrty doplněné nově vybudovanými vrty, zasakovacími zářezy, nebo otevřenými příkopy/bazény. Vodný roztok oxidantu lze aplikovat gravitačně, nebo tlakově.

- Příprava oxidačního roztoku probíhá přímo na lokalitě v nádržích vybavených míchacím zařízením umístěným v havarijní jímce. Lze využít vody z veřejného vodovodu nebo upravené podzemní vody.
- Prováděn průběžný provozní monitoring a dodržována stálá ochranná a havarijní opatření. Po ukončení aplikace je proveden koncový monitoring.
- Na odtoku podzemní vody ze sanované lokality je umístěn minimálně jeden monitorovací objekt k monitoringu kvality podzemní vody odtékající z areálu.

Průběžný provozní monitoring, koncový monitoring

Cílem průběžného a koncového monitoringu je ověření stavu lokality během a po ukončení aplikace. Cílem průběžného provozního monitoringu je kvalitativní kontrola sanačního procesu. Měly by být monitorovány tyto parametry:

- Koncentrace injektovaného oxidačního činidla a jeho množství.
- Koncentrace oxidačního činidla v podzemní vodě.
- Vývoj koncentrací kontaminantu v podzemní vodě.
- Vývoj koncentrací produktů oxidace.
- Obecné fyzikálně-chemické charakteristiky – teplota podzemní vody, pH.
- Přítomnost těžkých kovů – výběr závisí na výsledcích laboratorních testů, poloprovozních zkoušek a na použitém oxidantu.

Cílem koncového monitoringu je prokázat stabilizaci chemických poměrů na sanované ploše a dosažení cílových parametrů sanace. Mezi stanovované parametry koncového monitoringu obecně patří:

- Zbytková koncentrace oxidační látky.
- Zbytková koncentrace kontaminantu.
- Koncentrace produktů oxidace.
- Porovnání stavu lokality z ekologického hlediska před a po aplikaci oxidačního činidla.

Postsanační monitoring

V postsanačním monitoringu dále monitorujeme stav lokality v daném časovém období po skončení provozní aplikace. Monitorují se stejné položky, jako v koncovém monitoringu provozní aplikace.

Průběžné vyhodnocování

Průběžné vyhodnocování formou písemných zpráv je zpracováno přímo po jednotlivých krocích, nebo lépe po jednotlivých etapách technologického provozu sanace. Vhodné je rozdělení do níže uvedených etap:

- Úvodní monitoring, hydrogeologický průzkum, laboratorní testy, apod.
- Poloprovozní aplikace.
- Provozní aplikace a opakovaná aplikace (pokud je nutná), provozní a koncový monitoring.
- Postsanační monitoring (pokud je předepsán).

V závěrečné zprávě provozní aplikace by měla být provedena bilance zlikvidovaného kontaminantu, vyhodnocení negativních vlivů a zhodnocení splnění zadání sanace.

4.2 Nákladové kategorie technologického procesu

Obecný nákladový model by zahrnoval následující položky:

- zpracování projektu, průzkum
 - ekologický audit
 - analýza rizika
 - vypracování studie proveditelnosti sanace – technologické a ekonomické
 - legislativní řízení – oponentura závěrů analýzy rizik
 - geologický průzkum
 - hydrogeologický průzkum
 - geodetické zaměření
- příprava sanace
 - předsanační doprůzkum
 - vypracování projektové dokumentace sanačního zásahu včetně závazného výkazu výměr nebo osnovy položkového ceníku
 - pilotní ověření nejvhodnějších sanačních technologií
 - stavba příjezdové komunikace
 - vykácení území
 - zavedení inženýrských sítí
 - stavba jednotlivých prvků sanační technologie

- vybudování zázemí
- řídicí práce
- doprava
- sanace
 - realizace sanace
 - sanační (provozní) monitoring
 - aktualizovaná analýza rizika
 - mzdy
- likvidace staveniště
 - odstranění prvků sanace
 - odvoz
 - odstranění komunikace
 - odstranění inženýrských sítí
 - rekultivace
 - postsanační monitoring
- legislativní řízení

Před i po vlastní sanaci probíhá mnoho kroků, které se v nákladových kategoriích technologického procesu neobjevily. Tyto kroky jsme vynechali záměrně – zabíhaly do detailů, které musí být kvůli legislativě, zákonům, vyhláškám a dalším daných státní správou splněny.

5 Nákladový model metody ISCO KMnO_4

Nákladový model je možno podle technologického procesu popsaného v předchozí kapitole rozdělit na dvě základní části. První část tvoří náklady vybudování a likvidace sanačních vrtů, druhá část souvisí s vlastní aplikací oxidačního činidla. Tímto rozdělením je model příliš jednoduchý, nepodařilo by se reálně zachytit nákladové položky, které jednotlivé kroky sanační metody obsahují. Nebudeme vytvářet nákladový model přímo dle struktury technologického procesu, ale model vytvoříme více do hloubky z pohledu nákladových položek. Proto modelujeme až v bodě vlastní sanace. Snažíme se nejpřesněji a nejreálněji zachytit nákladové položky a vyhodnotit ekonomickou efektivnost oxidace manganistanem draselným v dané lokalitě v časovém horizontu tří let.

V nákladovém modelu se musíme zaměřit na přehlednost a jednoduchost vyjádření nákladových položek, proto si je rozdělíme podle jednotlivých kroků sanačního procesu do několika mezikroků.

Základní kroky nákladového modelu:

- Výpočet potřeby oxidačního činidla.
- Náklady vytvoření vrtné sítě.
- Náklady na strojní zařízení.
- Náklady na technologii.
- Náklady na investice.
- Přímé náklady oxidace v čase.
- Provozní náklady oxidace souhrn.
- Náklady na postsanační monitoring.
- Souhrnné náklady oxidace.

Výpočet potřeby oxidačního činidla

V této části modelu se zaměříme na prvotní popis zájmové lokality – fyzický (rozměry lokality) a chemický (popis kontaminace). Díky popisu dokážeme odhadnout rozměr kontaminace a velikost nutné dávky oxidantu.

Náklady vytvoření vrtné sítě

Pro aplikaci zásaku je nutné vytvořit síť sanačních vrtů. Tato část modelu se v první části zabývá vybudováním sanačních vrtů a zajištěním jejich vybavení. Ve druhé části je řešena likvidace sanačních vrtů po skončení provozu sanace.

Náklady na strojní zařízení

Investice do strojního zařízení jsou nedílnou součástí každé aplikace sanačních technologie. V modelu je vytvořen přehled strojního zařízení potřebného k provozu metody Isco.

Náklady na technologii

Pro provoz sanace jsou potřebné investice do technologií. Technologie zajišťují provozuschopnost strojního zařízení, přípravu oxidantu, tak i vlastní zásak.

Náklady na investice

Model shrnuje celkové výdaje na strojní a technologické vybavení a práce s nimi spojené.

Přímé náklady oxidace v čase

Zde v modelu probíhá řízení vlastního zásaku oxidantu – provoz aplikace oxidantu, sanační monitoring a personální zabezpečení.

Provozních nákladů oxidace souhrn

V této části modelu shrnujeme náklady procesu oxidace – přímé a ostatní (souvisí s činnostmi zajišťujícími sanační provoz).

Náklady na postsanační monitoring

Po ukončení sanace se provádí postsanační monitoring, který sleduje parametry lokality a tím vyhodnocuje úspěšnost aplikace.

Souhrnné náklady oxidace

V poslední části model provádí celková rekapitulace nákladů jednotlivých etap sanačního procesu a tím ukazuje ekonomickou efektivnost sanace.

Pro každý krok nákladového modelu jsme vytvořili přehled jeho nákladových položek:

Kroky nákladového modelu	Nákladové položky
Výpočet potřeby oxidačního činidla	
Vrtná síť	náklady výstavby sanačních vrtů
	náklady likvidace sanačních vrtů
Náklady na strojní zařízení	náklady na investice
	odpisy strojního zařízení
Náklady na technologii	náklady spojené s investicemi
Souhrn investic	celkové náklady na investice
Přímé náklady procesu oxidace v čase	přímé náklady provozu (náklady spotřeby)
	ostatní přímé náklady provozu (náklady na monitoring a mzdy)
Souhrn provozních nákladů oxidace	přímé náklady provozu
	ostatní náklady provozu
Postsanační monitoring	náklady postsanačního monitoringu
Souhrn nákladů oxidace	celkové náklady oxidace

Tab 5.1 Přehled kategorií nákladových položek

Dále jsme provedli rozlišení fixních a variabilních položek nákladů. Pro toto rozlišení jsme použili **metodu logického třídění nákladů**. Z přehledu nákladových položek vyplývá, že jediné variabilní nákladové položky se týkají řízení vlastního zasakování – mění se v závislosti na změnách objemu výroby (přímé náklady oxidace). Přímé náklady oxidace můžeme ovlivnit a tím řídit i ekonomickou efektivnost prováděné sanace. Ostatní nákladové položky jsou fixní – mění se skokem (při změně kapacity výroby).

5.1 Postup zpracování nákladového modelu

V této kapitole bude podrobně popsán způsob zpracování nákladového modelu. Projdeme jednotlivé kroky modelu, popíšeme vstupní parametry a nákladové položky. Z postupu bude viditelné rozlišení fixních a variabilních položek nákladů a rozlišení nákladových položek z hlediska jejich časového zařazení v procesu. Nákladový model byl vytvořen v programu Excel. Listy představují kroky nákladového modelu, jsou zpracovány formou přehledových tabulek s předvoleným zadáním a prostorem pro

zadávaní hodnot uživatelem. Položky a náklady se kalkulují z jednotkových cen, které byly konzultovány s firmou Aquatest a.s.

5.1.1 Výpočet potřeby oxidačního činidla

List Oxidace_proces nákladového modelu obsahuje charakteristiky lokality sanace. Vstupní údaje tvoří popis kontaminovaného tělesa a výsledky laboratorních zkoušek k odhadu charakteristik procesu vtláčení. Spočteme spotřebu oxidačního činidla a parametry projektu vtláčení. Poslední položkou je vstupní charakteristika spotřeby elektrické energie.

Údaj o potřebě oxidačního činidla a jeho koncentraci slouží jako výchozí data k určení počtu sanačních vrtů a kalkulaci přímých nákladů oxidace v čase.

Popis tělesa

Vstupními údaji jsou: plocha kontaminovaného tělesa, mocnost tělesa (vyjadřuje sílu vrstvy), NOD („natural oxidant demand“ – spotřeba oxidačního činidla způsobené přítomností přirozeně se vyskytujících oxidovatelných organických a anorganických látek v zemině bez přítomnosti kontaminantu), průměrná stechiometrická spotřeba (udává spotřebu oxidantu na horninu), faktor nejistoty (SWAG) (určuje v rezervu objemu oxidačního činidla).

Jednotlivé položky popisu tělesa uvádí přehledně tabulka 5.1.1.1, uživatel volí hodnoty.

Popis tělesa	Oblast	měrná jednotka
plocha kontaminovaného bloku	10000	m²
Mocnost	5	m
Porozita	30	%
průměrná koncentrace kontaminantů	5000	ppm
NOD	2	g/kg
průměrná stechiometrická potřeba	2	kg/kg
faktor nejistoty (SWAG)	4	rezerva

Tab 5.1.1.1 Popis tělesa z modelu (ppm=parts per milion – jedna miliontina)

Parametry procesu vtláčení

Parametry procesu vtláčení tvoří: poloměr dosahu vrtu, intenzitu infiltrace na jeden vrt a tlak vtláčení koncentrace. Zadáváme také charakteristiky oxidačního činidla: koncentraci a celkovou intenzitu infiltrace.

Jednotlivé položky jsou uvedeny v tabulce (Tab 5.1.1.2), uživatel jen volí jejich hodnoty.

<i>Parametry procesu vtláčení</i>	Oblast	<i>měrná jednotka</i>
poloměr dosahu	10	m
koncentrace injektovaného činidla	1,50%	% kg/kg
intenzita infiltrace na jeden vrt	0,33	l/sec
celková intenzita infiltrace	0,66	l/sec
Tlak vtláčení	40	PSIG

Tab 5.1.1.2 Parametry procesu vtláčení (PSIG – pound per square inch)

Spotřeba oxidačního činidla

Pomocí charakteristik tělesa a parametrů vtláčení model vypočítá jednotlivé položky spotřeby oxidačního činidla. Vstupují hodnoty získané z popisu tělesa a parametrů vtláčení. Uživatel zadává laboratorně zjištěnou spotřebu oxidačního činidla na horninu.

Výstupem této části modelu jsou parametry kontaminace: objem kolektoru – objem zvodněné horniny, objem kontaminované vody, množství kontaminantu, efektivní hodnota NOD. Hodnoty nám prezentují odhad rozsahu kontaminace. Dále jsou kalkulovány hodnoty spotřeby oxidantu: na jednotku objemu, kolektor, kontaminaci, teoretická a celková kalkulovaná spotřeba.

<i>Spotřeba oxidačního činidla</i>	Oblast	<i>měrná jednotka</i>
Objem kolektoru	50000	m³
Objem kontaminované vody	15000	m³
množství kontaminantu	75000	kg
efektivní NOD	0,2	10
spotřeba na horninu	1,8	kg/kg
Měrná spotřeba oxidantu na jednotku objemu	0,36	kg/m³
spotřeba oxidantu – kolektor	18000,00	kg
spotřeba oxidantu – kontaminace	150000	kg
teoretická spotřeba oxidantu celkem	168000,00	kg
kalkulovaná spotřeba oxidantu celkem	672000,00	kg

Tab 5.1.1.3 Spotřeba oxidačního činidla

Projekt vtláčení

Zde vypočteme položky týkající se počtu injektážních bodů a injektovaný objem roztoku. Vstupem jsou dříve vypočtené resp. zadané položky: plocha kontaminovaného bloku, poloměr dosahu vrtu, koncentrace injektovaného činidla a celková kalkulovaná spotřeba oxidantu.

Uživatel má možnost zvolit počet injektážních bodů paušálně. Injektovaný objem roztoku vypočteme ze vztahu:

$$\frac{K_o - K_i}{3,78296} * 0,003785412 \quad (3)$$

kde K_o je celková kalkulovaná spotřeba oxidantu [kg] a K_i koncentrace injektovaného činidla [% kg/kg].

Projekt vtláčení	Oblast	měrná jednotka
počet injektážních (vtláčecích) bodů kalkulace	31,831	ks
počet injektážních (vtláčecích) bodů	32	ks
počet injektážních (vtláčecích) bodů (zadaný)	0	ks
injektovaný objem roztoku	44 156,60	m ³

Tab 5.1.1.4 Projekt vtláčení

Spotřeba elektrické energie

Spotřeba je rozdělena podle jednotky, na kterou je vztažena. Uživatel zadává rovněž cenu elektrické energie za kWh.

Spotřeba el. energie	Oblast	měrná jednotka
měrná spotřeba na 1 vrt	4	kWh
měrná spotřeba na jednotku objemu	5	kWh

Tab 5.1.1.5 Položky spotřeby el. energie

5.1.2 Náklady vytvoření vrtné sítě

V listu Vrtna_sit nákladového modelu se zaměříme na kalkulaci nákladů výstavby a likvidace sanačních vrtů. První částí nákladů vrtné sítě tvoří náklady na výstavbu sanačních vrtů. Zde rozlišujeme činnosti: hloubení, čištění, výstroj, zabezpečení a vybavení vrtů. Nesmíme také zapomenout na dokumentaci, převoz a nájem vrtné soupravy.

Druhou částí je likvidace sanačních vrtů, kde půjde o demontáž vybavení vrtů, o jejich následnou likvidaci a odvoz vrtné soupravy.

Výsledné náklady výstavby a likvidace sanačních vrtů slouží jako položky do výsledného souhrnu nákladů oxidace.

Výstavba sanačních vrtů

Hloubení vrtu

Pro výstavbu sanačních vrtů je prvně nutné jejich vyhloubení. Přehled o položkách nám poskytuje tabulka Hloubení vrtu. Model obsahuje kalkulaci dvou druhů vrtání. První je vrtání na jádro – vyvrtá válcovitou dutinu, uvnitř zůstává válec horniny. Druhý typ je bezjádrové vrtání. U obou typů vrtání je stejná nabídka vrtných průměrů, ale jednotková cena se liší.

Je tedy patrné, že vstupem jsou zadané druhy vrtání, vrtné průměry a jednotková cena.

Uživatel volí počet a hloubku vrtů a koeficient soudržnosti z nabízené tabulky přehledu. Koeficient soudržnosti určuje použití pažnic – zabraňují zavalení vrtu, tím zdražují hloubení vrtu. Výstupem jsou celkové náklady hloubení vrtů.

HLOUBENÍ VRTU				
	<i>měrná jednotka</i>	<i>Vrtání na jádro</i>		
vrtný průměr	<i>mm</i>	100	200	300
jednotková cena	<i>Kč/ks/bm</i>	700	1450	2200
počet vrtů	<i>ks</i>	10	0	0
hloubka vrtu	<i>bm</i>	15	0	0
koeficient soudržnosti	<i>1 = soudržné, 1,5 = nesoudržné</i>	1	1	1
Hloubení vrtu celkem				
kalkulovaná cena	<i>Kč</i>	105000	0	0
zaokrouhlená cena	<i>Kč</i>	105000	0	0
zadaná cena	<i>Kč</i>			

Tab 5.1.2.1 Hloubení vrtu (vrtání na jádro)

Čištění vrtu

Po vyhloubení vrtu je nutné jeho vyčištění. Vstupem jsou dříve zadané položky: počet vrtů a hloubka vrtu. Do zadání vstupuje jednotková cena čištění vrtu. Tabulka Čištění vrtu umožňuje uživateli volbu čištění pro každý vrtný průměr obou typů vrtání. Výstupem jsou náklady na čištění vrtu.

ČIŠTĚNÍ VRTU		<i>100 mm</i>	<i>200 mm</i>	<i>300 mm</i>
požadavek čištění vrtu	<i>1 = ano, 0 = ne</i>	1	0	0
jednotková cena čištění	<i>Kč/ks/bm</i>	100	0	0
Čištění vrtu celkem				
kalkulovaná cena	<i>Kč</i>	10500	0	0
zaokrouhlená cena	<i>Kč</i>	10500	0	0

Tab 5.1.2.2 Čištění vrtu (pro 100 mm vrtného průměru)

Výstroj vrtu

Po vyhloubení a vyčištění vrtu je nutné zvolit jeho výstroj. Vstupují již dříve zadané položky: vrtný průměr, počet vrtů a hloubka vrtu. Ze zadání vstupuje koeficient odvození průměru – přes vrtný průměr z něj kalkulujeme průměr výstroje vrtu, jednotková cena výstroje vrtu. Uživatel volí typ materiálu z nápovědy – tabulka typu materiálu výstroje vrtu. (Tab 5.1.2.3).

Tabulka č.1	Typ materiálu výstroje vrtu	
	<i>kód volby</i>	<i>Koeficient</i>
prosté železo	1	1,00
antikoroziční železo	2	2,00
polyetylén	3	0,80
polypropylén	4	0,80
PVC	5	0,60

Tab 5.1.2.3 Volba materiálu výstroje vrtu

Dle výběru je odvození koeficientu materiálu. Jako poslední uživatel volí koeficient perforace – otvory ve výstroji. Výstupem jsou náklady výstroje vrtu.

VÝSTROJ VRTU		100 mm	200 mm	300 mm
koef. odvození průměru	0,85			
Průměr výstroje vrtu	mm	85	170	255
volba materiálu	<i>kód viz tabulka č.1</i>	1	5	3
odvození koef. materiálu		1	0,6	0,8
jednotková cena	<i>Kč/ks/bm</i>	350	650	1 230
koeficient perforace	<i>1,5=ano, 1=ne</i>	1	1	1
Výstroj vrtu celkem				
kalkulovaná cena	<i>Kč</i>	52500	0	0
zaokrouhlená cena	<i>Kč</i>	52500	0	0
Zadaná cena	<i>Kč</i>			

Tab 5.1.2.4 Výstroj vrtu

Zabezpečení vrtu

Sanační vrtu je nutné zabezpečit, jak použitím zhlaví, tak obsypem a těsněním jílocementem.

Vstupují již dříve zadané položky, které jsou společné pro zhlaví, obsyp i těsnění: počet vrtů a hloubka vrtu a průměr výstroje vrtu.

Nejprve uživatel volí typ zhlaví – manipulační šachta s poklopem. Výběr ze dvou typů: plynotěsné ocelové a prosté ocelové. Ze zadání vstupuje jednotkové ceny zhlaví.

Poté se kalkulují položky Obsypu vrtu. Nejprve se zkalkuluje objem obsypu:

$$\frac{\pi}{4} * H_v * [(D * 0,001)^2 - (D_v * 0,001)^2] \quad (4)$$

kde H_v je hloubka vrtu [m], D vrtný průměr [mm] a D_v průměr výstroje vrtu [mm].

Do zadání vstupuje hustota kačírku (kačírek – směs štěrku a drtí) a jednotková cena obsypu na tunu. Přes hustotu kačírku spočteme množství obsypu. Pro těsnění vstupuje do zadání jednotková cena jílocementu na jeden vrt.

Výstupem jsou náklady na zhlaví, obsyp, těsnění jílocementem a celkové náklady zabezpečení vrtu.

Zabezpečení vrtu		100 mm	200 mm	300 mm
Zhlaví – jednotková cena				
- plynotěsné ocelové (typ 1)	Kč/ks/bm	2000	2000	2000
- prosté ocelové (typ 2)	Kč/ks/bm	1500	1500	1500
volba typu zhlaví	1 (2)	2		
Náklady zhlaví celkem	Kč	225000	0	0
Obsyp				
Objem	m ³	0,033	0,000	0,000
hustota kačírku – ζ [kg/dm ³]	2,09			
množství obsypu	t	0,683	0,000	0,000
jednotková cena obsypu	Kč/t	250	250	250
Náklady obsypu celkem	Kč	170,82	0,00	0,00
Těsnění jílocementem				
jednotková cena jílocementu	Kč/ks	150	150	150
Náklady těsnění celkem	Kč	1500	0	0
Zabezpečení vrtu celkem				
kalkulovaná cena	Kč	226670,82	0	0
zaokrouhlená cena	Kč	226700	0	0

Tab 5.1.2.5 Zabezpečení vrtu

Vybavení vrtu

Vybavením vrtu se rozumí osazení čerpadlem a jeho zavěšení. Uživatel volí typ čerpadla z nápovědy (tabulky), dle volby se určí jednotková cena čerpadla. Do zadání vstupuje jednotková cena zavěšení čerpadla a dříve volený počet vrtů. Výstupem jsou náklady na čerpadla a jejich zavěšení.

Tab. 2			
Seznam typů čerpadel		kódové značení	jednotková cena čerpadla
bez čerpadla	Kč/ks	0	0
čerpadlo – typ 1	Kč/ks	1	1000
čerpadlo – typ 2	Kč/ks	2	2000
čerpadlo – typ 3	Kč/ks	3	3000

Tab 5.1.2.6 Tabulka typu čerpadel

Vybavení vrtu		100 mm	200 mm	300 mm
Čerpadla				
volba typu čerpadla	<i>kód viz tabulka č. 2</i>	1	2	3
jednotková cena zvoleného čerpadla	<i>Kč/ks</i>	1000	2000	3000
Náklady na čerpadla celkem				
kalkulovaná cena	<i>Kč</i>	10000	0	0
zaokrouhlená cena	<i>Kč</i>	10000	0	0
zadaná cena	<i>Kč</i>			
Zavěšení čerpadel				
jednotková cena zavěšení	<i>Kč/ks</i>	300	300	300
Náklady na zavěšení čerpadel celkem				
kalkulovaná cena	<i>Kč</i>	3000	0	0
zaokrouhlená cena	<i>Kč</i>	3000	0	0
zadaná cena	<i>Kč</i>			

Tab 5.1.2.7 Vybavení vrtu

Ostatní a společné položky

Do ostatních položek budování sanačních vrtů zahrneme technologické dokumentace vrtů. Výstupem jsou náklady na dokumentaci vrtů.

Ostatní položky		100 mm	200 mm	300 mm
Dokumentace vrtů				
jednotková cena na vrt	<i>Kč/ks</i>	500	500	500
kalkulovaná cena	<i>Kč</i>	5000	0	0
zaokrouhlená cena	<i>Kč</i>	5000	0	0
zadaná cena	<i>Kč</i>			

Tab 5.1.2.8 Ostatní položky

Společné položky budování sanačních vrtů jsou převoz a nájem vrtné soupravy. Uživatel volí počet kilometrů dopravy a nájem vrtné soupravy. Jako výstup získáme celkové náklady na vrtnou soupravu.

Společné položky		
Převoz vrtné soupravy		
jednotková cena	<i>Kč/km</i>	40
počet km	<i>km</i>	50
Nájem vrtné soupravy	<i>Kč</i>	150000
kalkulovaná cena za lokalitu	<i>Kč</i>	152000
zaokrouhlená cena	<i>Kč</i>	152000
zadaná cena	<i>Kč</i>	

Tab 5.1.2.9 Společné položky

Náklady výstavby sanačních vrtů

Kalkulací z nákladů všech předešlých kroků budování sanačních vrtů získáme celkové náklady výstavby sanačních vrtů.

Likvidace sanačních vrtů

Po skončení sanace se lokalita uvádí do původního stavu, nebo se rekultivuje. Proto je nutné provést likvidaci sanačních vrtů. Likvidace se provádí demontáží výstroje a zhlaví a následným zaházením vrtů pískem a vyplnění jílocementovou směsí.

Uživatel má k dispozici tabulku likvidace sanačních vrtů. Z tabulky vstupují položky likvidovaných vrtů – vrtný průměr, průměr výstroje vrt a jednotkové ceny plnicích materiálů – písek a jílocement. Uživatel volí počet likvidovaných vrtů a jejich hloubku. Výstupem z této části jsou náklady na zaházení.

LIKVIDACE SANAČNÍCH VRTŮ				
	měrná jednotka	Vrtání na jádro		
vrtný průměr	mm	100	200	300
počet vrtů	ks	10	0	0
průměr výstroje vrtu	mm	85	170	255
hloubka vrtu	bm	15	0	0
Zaházení vrtu				
písek – jednotková cena	Kč/m ³	400	400	400
písek celkem	Kč	340,47	0,00	0,00
jílocementová směs – jedn.cena	Kč/m ³	1 400	1 400	1 400
jílocementová směs celkem	Kč	1191,65	0,00	0,00
kalkulovaná cena	Kč	1532,12	0,00	0,00
zaokrouhlená cena	Kč	1600	0	0

Tab 5.1.2.10 Zaházení sanačních vrtů

Do nákladových položek Ostatních společných činností zařadíme činnosti vykonávané na všech vrtech: demontáž vybavení vrtů a odvoz vrtné soupravy. Ze zadání vstupují ceny: demontáže výstroje a zhlaví, deinstalace čerpadel a odvozu vrtné soupravy. Uživatel volí počet hodin práce na demontáži výstroje a zhlaví, deinstalace čerpadel a počet kilometrů odvozu vrtné soupravy. Výstupem jsou náklady ostatních společných činností.

Ostatní společné činnosti		
Demontáž výstroje a zhlaví	Kč/hod	500
počet hodin	hod	60
demontáž celkem	Kč	30000
Deinstalace čerpadel	Kč/hod	500
počet hodin	hod	30
deinstalace čerpadel celkem		15000
Odvoz vrtné soupravy	Kč/km	40
počet kilometrů	km	50
odvoz celkem	Kč	2000
kalkulovaná cena	Kč	47000

Tab 5.1.2.11 Ostatní společné činnosti

Výstupem jsou celkové náklady likvidace sanačních vrtů.

5.1.3 Náklady na strojní zařízení

V této části modelu (list Invest_kalkul) kalkulujeme náklady na investice do strojního zařízení využívaného v procesu sanace. Nejprve určíme parametry délky trvání procesu oxidace – předpokládaný počet let a počet měsíců provozu (aktivní sanace).

Vstupem je přehled strojního zařízení – je zpracován formou nabídky v tabulce. Byl sestaven za pomoci analýzy technologického procesu, respektive jeho zařízení, které je běžně použito pro sanační technologii oxidací $KMnO_4$. Tabulka obsahuje jednotlivé typy strojního zařízení a parametry, které ho dále popisují – četnost, jednotková cena a životnost (počet měsíců provozu). Uživatel volí hodnoty parametrů strojního zařízení – slouží pro kalkulaci výdajů.

Velikost výdajů se kalkuluje klasicky z četnosti a ceny zařízení (slouží nám jako vypočtený vstup pro náklady na technologii). Uživatel má možnost odepisování strojního zařízení. Pokud se rozhodne neodepisovat, zařízení vstoupí do modelu plnou cenou. U odepisování, mohou nastat dva případy podle poměru počtu měsíců životnosti zařízení a počtu měsíců provozu:

- životnost zařízení je menší, nebo rovna počtu měsíců provozu – odepisujeme rovnoměrně
- nebo je životnost zařízení větší než počet měsíců provozu mění se výdaje, ale opět odepisujeme rovnoměrně

	Typ strojního zařízení	četnost	cena zařízení	Životnost zařízení	Výdaje kalkulace	Výdaje výsledné	Zařazení Odpisů	Odpisy model	Výdaje model
		ks	Kč	počet měsíců provozu	Kč	Kč	1=odpis, 0=plná cena	Kč/měsíc	Kč
1	Kontejner	1	50 000	3	50 000,00	50 000	1	16 667	0
2	Nádrž – míchání	2	30 000	5	60 000,00	60 000	0	0	60 000
3	Nádrž – zásobní	3	30 000	4	90 000,00	67 500	1	22 500	0

Tab 5.1.3.1 Zadání údajů Strojní zařízení

Výstupy jsou výdaje všech typů strojního zařízení, odpisy vybraných typů strojního zařízení. Tyto údaje budou dále použity v souhrnu nákladů v položce investičních výdajů. Model obsahuje možnost přímého zadání výdajů a odpisů na strojní zařízení.

		Výdaje výsledné		Odpisy model	Výdaje model
Kalkulace investic celkem	[Kč]	300 000		40 000	50 000
Cena kompletních investic	[Kč]	přímé zadání	500 000		
Paušální odpisy	[Kč]		50 000		
Cena zařízení vstupujícího plnou cenou	[Kč]		0		

Tab 5.1.3.2 Kalkulace investic celkem

5.1.4 Náklady na technologii

V listu Invest_proc kalkulujeme další položky nákladů spojených s uvedením strojního a technologického zařízení sanace do provozu. Část nákladů, souvisejících s technologickým zařízením, vstupuje do modelu pomocí kalkulace nákladů procentem z ceny investic.

Vstupem je vypočtená velikost výdajů výběru z nabídky strojního zařízení a udání procenta z ceny strojního zařízení. Model nabízí nápovědu – hodnoty procent ve dvou kategoriích, pro investice v hodnotě nižší a vyšší než 500 000. Kč. Uživatel se nemusí řídit nápovědou a může volit procento z ceny strojního zařízení dle vlastního uvážení.

		% ceny strojního zařízení				
<i>typ zařízení</i>		<i>pod 500 tis. Kč</i>	<i>nad 500 tis. Kč</i>	<i>% zadání</i>	<i>náklady kalkulace</i>	<i>náklady model</i>
1	Montáž technologie	15 – 18,5	13 – 15,5	15	75 000,00	75 000,00
2	Elektroinstalace technologická	4 – 9	2,5 – 6	4	20 000,00	20 000,00
3	Měření a regulace	5 – 15	7 – 18	5	25 000,00	25 000,00
4	Zázemí, sklad (open air)	6 – 20	2 – 14	5	25 000,00	25 000,00
5	Vybavení zázemí	28 – 31	28 – 31	1	5 000,00	5 000,00
6	Transportní náklady	1,5 – 3	1,8 – 4	2	10 000,00	10 000,00
7	Demontáž technologie	15 – 18,5	13 – 15,5	13	65 000,00	65 000,00

Tab 5.1.4.1 Kalkulace pomocí procenta z ceny investice

Výstupem této části modelu jsou náklady na investice celkem. Model kromě kalkulace nabízí možnost přímého odhadu nákladů spojených s investicemi zadavatelem.

5.1.5 Náklady na investice

Souhrnná tabulka investičních nákladů v listu Investice_souhrn přebírá předchozí výsledky: náklady na strojní zařízení a náklady kalkulované procentem z ceny investice. Tyto údaje jsou doplněny dalšími náklady spojenými s technologickou přípravou sanace. Jsou to projektové a inženýrské práce a odhadovaná výše rezervy. Tyto nákladové položky jsou odvozeny procentem z celkové hodnoty investičních nákladů.

Výstupem jsou náklady na investice celkem (suma jednorázových výdajů) a celkové odpisy z investic.

Výdaje (náklady) na investice celkem		[Kč]		1 056 000	50 000
				<i>Investice</i>	<i>Odpisy</i>
	<i>položka</i>	<i>Odkaz – vstup</i>	<i>% zadání</i>	<i>Jednorázové výdaje – model</i>	<i>Odpisy celkem – model</i>
				<i>Kč</i>	<i>Kč</i>
0	Náklady – strojní zařízení	"Invest_kalkul"		500 000,00	50 000,00
1	Náklady – technologie	"Invest_proc"		300 000,00	
2	Projektové práce		5	40 000,00	
3	Inženýrské práce		6	48 000,00	
4	Rezerva		20	168 000,00	

Tab 5.1.5.1 Investice souhrn

5.1.6 Přímé náklady oxidace v čase

Tuto část modelu (list PN_cas) pro vlastní vsakování rozdělíme do tří částí: řízení procesu vsakování, řízení sanačního monitoringu a personální zabezpečení procesu.

Vstupní charakteristiky, proces vsakování

V této části modelu (list PN_cas) jsou zabudovány nástroje řízení intenzity vlastního provozu aplikace oxidantu. Vstupními charakteristikami vsakování nastavujeme režim vsakování s rozložením intenzity procesu do jednotlivých let.

Nejprve provedeme volbu režimu vsakování. Vstupují již dříve vypočtené hodnoty: kalkulovaná spotřeba oxidantu celkem, injektovaný objem roztoku, počet injektážních (vtlačecích) bodů. Uživatel provádí volbu procentuálního ohodnocení podílu vsakovaného činidla v jednotlivých letech – řídí režim vsakování – rozdělením dávky oxidantu do jednotlivých období sanačního procesu. Tím je řízen i injektovaný objem činidla a počet vrtů zapojených do této činnosti (zřetelné z tabulky 5.1.6.1). Toto rozdělení se běžně provádí pro dosažení lepšího výsledku likvidace kontaminantů.

<i>Volba režimu vsakování</i>	<i>měrná jednotka</i>		<i>1. rok</i>	<i>2. rok</i>	<i>3. rok</i>
<i>Oblast</i>		<i>z celkového množství</i>			
Podíl vsakovaného činidla v jednotlivých letech	%	672000,00	40	40	20
Injektovaný objem v jednotlivých letech	m³	44157	17662,64	17662,64	8831,32
Zapojení vtláčecích vrtů do procesu v letech	ks	32	12,80	12,80	6,40

Tab 5.1.6.1 Volba režimu vsakování

Proces vsakování

Proces vsakování kalkuluje jednotlivé položky aktivace zásaku, z nich poté vyjadřuje náklady spotřeby komodit.

Vstupními parametry ekonomiky jsou ceny jednotlivých komodit (Tab 5.1.6.2) a hodnoty z volby režimu vsakování

Vstupní charakteristiky ekonomiky		
Cena KMnO ₄	Kč/ kg	35
Cena technologické vody	Kč/m ³	50
Cena el. energie	Kč/kWh	3,6

Tab 5.1.6.2 Vstupní charakteristiky ekonomiky

V rozvrhu sanace uživatel řídí proces vsakování, volí měsíce aktivace procesu vsakování (kolikrát do roka a ve kterých měsících se bude zasakovat) – aktivní zásak se ve většině případů provádí v letních měsících. Od volby měsíců se odvíjí počet aktivních vrtů, velikost injektovaného objemu a tím i velikost nákladů vsakování – spotřeba komodit (KMnO₄, technologické vody a elektrické energie). Výsledkem jsou celkové náklady procesu vsakování.

Proces vsakování					
období [měsíce]	měrná jednotka	5	6	7	1.rok
		květen	červen	červenec	
Aktivace procesu vsakování	1/0	0	1	0	1
Počet aktivních injektážních vrtů – kalkulace	ks/měsíc	0,00	12,80	0,00	
Počet aktivních injektážních vrtů – plný počet	ks/měsíc	0	13	0	
Množství vsakovaného činidla KMnO ₄ v období	kg/měsíc	0,00	268800,00	0,00	268800,00
Injektovaný objem	m ³ /měsíc	0,00	17662,64	0,00	17662,64
Objem vsakování jedním vrtem	m ³ /1 vrt	0,00	1358,66	0,00	1358,66
Spotřeba el.energie	kWh/měsíc	0,00	88365,20	0,00	88365,20
Ekonomika – Oblast					
náklady spotřeby – KMnO ₄	Kč	0,00	9 408 000,00	0,00	9 408 000,00
náklady spotřeby – voda	Kč	0,00	883 132,05	0,00	883 132,05
náklady – el.energie technologická	Kč	0,00	318 114,74	0,00	318 114,74
Aktivace provozu oxidace - měsíce	1/0	0		0	1
Aktivace provozu oxidace - roky	1/0		1		1

Tab 5.1.6.3 Proces vsakování

Monitoring

Monitoring prováděný během sanace je nezbytnou součástí každé aplikace jakéhokoliv druhu sanační technologie. V této části modelu se budeme zabývat řízením sanačního monitoringu.

Dle rozvrhu monitoringu v jednotlivých měsících kalkulujeme náklady monitoringu. Vstupuje tabulka odběrů – obsahuje ceny odběrů, které se běžně provádí při sanačním monitoringu v rámci oxidace činidlem KMnO_4 . Tabulka byla vytvořena z analýzy sanačního monitoringu, v rámci analýzy technologického procesu.

Ekonomika – monitoring		
Ceny odběrů – vstupy		
odběr – statický	Kč/odběr	200
odběr KMnO_4	Kč/odběr	115
odběr CIU	Kč/odběr	1150
hladina	Kč/odběr	200
redox. Pot	Kč/odběr	70
těžké kovy	Kč/odběr	350
uchr	Kč/odběr	1500

Tab 5.1.6.4 Ceny odběrů

Odběry jsou zaznamenávány do rozvrhu odběrů, ze kterého získáme přehled o hodnotě nákladů na monitoring. (Tab 5.1.6.5)

Monitoring				
období [měsíce]	měrná jednotka	1	2	3
Rozvrh – monitoring				
		leden	únor	březen
odběr – statický	počet odběrů / měsíc	0	0	13
odběr KMnO_4	počet odběrů / měsíc	0	0	0
odběr CIU	počet odběrů / měsíc	0	0	0
hladina	počet odběrů / měsíc	0	0	0
redox. pot	počet odběrů / měsíc	0	0	0
těžké kovy	počet odběrů / měsíc	0	0	13
uchr	počet odběrů / měsíc	0	0	13
Náklady na monitoring				
	měrná jednotka	1	2	3
odběr – statický	Kč	0,00	0,00	2 600,00
odběr KMnO_4	Kč	0,00	0,00	0,00
odběr CIU	Kč	0,00	0,00	0,00
hladina	Kč	0,00	0,00	0,00
redox. Pot	Kč	0,00	0,00	0,00
těžké kovy	Kč	0,00	0,00	4 550,00
uchr	Kč	0,00	0,00	19 500,00
Monitoring celkem	Kč	0,00	0,00	26 650,00

Tab 5.1.6.5 Monitoring

Mzdy

Tato část modelu se zabývá řízením personálního zabezpečení procesu, které je nedílnou součástí aplikace sanace. Řízení mzdových nákladů probíhá pomocí rozdělení mezd do několika skupin profesí (podle druhu pracovní činnosti). Do rozvrhu práce se zaznamenává potřebný počet hodin účasti dané profese za měsíc. Výstupem jsou mzdové náklady zvětšené o sociální pojištění.

Mzdy technického personálu – vstupy		
příprava a infiltrace roztoku	Kč/hod	350
kontrola a technol. dozor	Kč/hod	450
průběžné úpravy a opravy technol.zařízení	Kč/hod	350
sled a řízení	Kč/hod	550
sociální pojištění	%	35

Tab 5.1.6.6 Mzdy – vstupy

Náklady mzdové a soc. pojištění			
období [měsíce]	měrná jednotka	1	2
		<i>leden</i>	<i>únor</i>
obsluha – příprava a infiltrace roztoku	hodiny/měsíc	50	50
obsluha – kontrola a technol. dozor	hodiny/měsíc	60	60
obsluha – průběžné úpravy a opravy technol.	hodiny/měsíc	20	20
obsluha – sled a řízení	hodiny/měsíc	40	40
mzdy – příprava a infiltrace roztoku	Kč	17 500,00	17 500,00
mzdy – kontrola a technický dozor	Kč	27 000,00	27 000,00
mzdy – průběžné úpravy a opravy technol.	Kč	7 000,00	7 000,00
mzdy – sled a řízení	Kč	22 000,00	22 000,00
mzdy – celkem	Kč	73 500,00	73 500,00
sociální pojištění	Kč	25 725,00	25 725,00

Tab 5.1.6.7 Mzdové náklady

5.1.7 Provozní náklady oxidace souhrn

V této části modelu (list PN_souhrn) si shrneme přímé náklady provozu a dopočteme jejich ostatní možné náklady.

Souhrnná tabulka přímé náklady provozu přebírá hodnoty nákladových položek z části 5.1.6: náklady řízení procesu vsakování, řízení sanačního monitoringu a personální zabezpečení procesu.

Přímé náklady provozu celkem	Viz list PN_cas	náklady kalkulace	náklady zaokrouhlené
		Kč	Kč
náklady spotřeby – KMnO4	Kč	23 520 000	23 520 000
náklady spotřeby – technologická voda	Kč	2 207 830	2 207 900
náklady spotřeby el. energie – provoz	Kč	795 294	795 300
monitoring	Kč	27 760	27 800
mzdy – příprava a infiltrace roztoku	Kč	56 000	56 000
mzdy – kontrola a technický dozor	Kč	81 000	81 000
mzdy – průběžné úpravy a opravy technol.	Kč	21 000	21 000
mzdy – sled a řízení	Kč	66 000	66 000
sociální pojištění	Kč	78 400	78 400
Dílčí sumace		26 853 284	26 853 400

Tab 5.1.7.1 Přímé náklady provozu

Ostatní náklady procesu oxidace – souvisí s činnostmi zajišťujícími sanační provoz. Konkrétně se jedná o náklady na údržbu, opravy, ochranné prostředky apod., a o položky výrobní a správní režie. Poslední položkou jsou náklady na pojištění procesu sanace. Vstupem je část nákladů souvisejících s technologickým zařízením – tyto náklady vstoupí do modelu pomocí kalkulace nákladů procentem z ceny investic.

Ostatní náklady provozu celkem	měrná jednotka		náklady kalkulace	náklady zaokrouhlené
			Kč	Kč
opravy, údržba	% invest. výdajů	2	10 000	10 000
ochranné prostředky	% invest. výdajů	2	10 000	10 000
revize zařízení	% invest. výdajů	5	25 000	25 000
regenerace infiltračních objektů	% invest. výdajů	10	50 000	50 000
provozní úpravy zařízení	% invest. výdajů	5	25 000	25 000
ostatní přímé náklady	% invest. výdajů	10	50 000	50 000
výrobní režie	% invest. výdajů	200	224 000	224 000
správní režie	% invest. výdajů	100	112 000	112 000
pojištění	Kč/rok	120000	360 000	360 000
Dílčí sumace			866 000	866 000

Tab 5.1.7.2 Ostatní náklady provozu

5.1.8 Náklady na postsanační monitoring

Po ukončení sanace se provádí postsanační monitoring. V našem modelu (list Monitoring_postsanacni) jsou kalkulovány náklady na monitoring lokality po dobu dalších tří let po ukončení vlastní sanace (zásaku). Kalkulaci těchto nákladů provedeme obdobným postupem jako u sanačního monitoringu.

Monitoring postsanační				
období [měsíce]	<i>měrná jednotka</i>	37	38	39
Rozvrh – monitoring		<i>leden</i>	<i>únor</i>	<i>březen</i>
odběr – dynamický	počet odběrů / měsíc	0	0	10
odběr CIU	počet odběrů / měsíc	0	0	10
Ekonomika – monitoring postsanační				
Ceny odběrů – vstupy				
odběr – dynamický	Kč/odběr	1500		
odběr CIU	Kč/odběr	1150		
Náklady na monitoring		37	38	39
odběr – dynamický	Kč	0,00	0,00	15 000,00
odběr CIU	Kč	0,00	0,00	11 500,00
Monitoring celkem	Kč	0,00	0,00	26 500,00
Ekonomika – náklady postmonitoringu celkem				
období [měsíce]	<i>měrná jednotka</i>	37	38	39
monitoring	Kč	0,00	0,00	26 500,00

Tab 5.1.8.1 Postsanační monitoring

5.1.9 Souhrnné náklady oxidace (list Souhrn_casti)

V tomto listu je provedena celková rekapitulace nákladů jednotlivých etap sanačního procesu. V závěru je hodnota celkových nákladů navýšena o kompletační přírážku a zisk. Pro potřebu vyjádření ekonomické efektivity sanačního procesu zadává uživatel odhady množství odstraněného kontaminantu v dílčích obdobích. Posledním údajem v tabulce je pak efektivnost sanačního procesu určená podílem hodnoty celkových nákladů sanace a množství odstraněného kontaminantu.

6 Vyhodnocení výsledků

V této kapitole popíšeme a vyhodnotíme výsledky, které byly získány z modelu po zadání dat řešené úlohy. Část vstupních dat poskytla firma Aquatest, a.s., týkají se lokality Kuřívody v obci Ralsko, kde byl zasakován manganistan draselný po dobu několika let. Dosažené výsledky dokazují funkčnost modelu, jsme z nich schopni vyjádřit ekonomickou efektivnost zpracovávaného projektu.

6.1 Vstupní údaje

V první řadě bylo třeba zadat charakteristiky kontaminovaného tělesa: plochu kontaminovaného bloku 3000 m², mocnost 5 m, porozitu 25 %, průměrnou koncentraci kontaminantů 50 ppm, NOD 1,14 g/kg, průměrnou stechiometrickou potřebu 2,1 kg/kg, faktor nejistoty 4.

Dalším nutným krokem bylo definovat parametry procesu vtláčení: poloměr dosahu vrtu 5 m, koncentraci injektovaného činidla 3,00 % kg/kg, intenzitu infiltrace na jeden vrt 0,1 l/sec, celkovou intenzitu infiltrace 0,5 l/sec a tlak vtláčení 40 PSIG. Tím jsme poskytli všechny nutné údaje pro určení hodnoty spotřeby oxidačního činidla.

Model ze zadaných údajů stanovil optimální počet vrtů pro danou lokalitu. Pomocí bezjádrového vrtání bylo vytvořeno 39 vrtů, každý o vrtném průměru 200 mm, hloubce 15 metrů, výstroji 170 mm z prostého železa. Zabezpečení vrtů bylo zajištěno plynotěsným ocelovým zhlavím. Po ukončení sanace demontujeme vybavení vrtů a vrty likvidujeme.

U nákladů na strojní zařízení jsme doplnili ceny, počet kusů a životnost zařízení a zvolily odepisování některých položek. Náklady na technologii se již dopočetly automaticky.

Množství vsakovaného činidla bylo rozděleno do jednotlivých let v poměru: 50 % v prvním, 35 % ve druhém a 15 % ve třetím roce. Tím se snažíme dosáhnout nejlepšího účinku sanace. Vlastní zásak se v každém roce prováděl v červnu, červenci a říjnu.

Sanační monitoring byl prováděn formou statického odběru (prostý odběr nerezovým odběrným válcem) od dubna do prosince s frekvencí jedenkrát za dva měsíce pro KMnO₄, CIU. Ve stejném období a se stejnou frekvencí byla měřena

hladina a redox potenciál. Odběry na těžké kovy a UCHR (úplný chemický rozbor) byly prováděny dvakrát ročně.

Mzdy technického personálu byly zadány s ohledem na jejich časovou spjatost s aktivním zásakem. Mzdy na přípravu a infiltraci roztoku, průběžné úpravy a opravy technologického zařízení vynakládáme jen při aktivním zásaku, mzdy kontroly a technologického dozoru ještě další měsíc po ukončení zásaku. Mzdy vynaložené na sled a řízení kalkulujeme od dubna do ledna.

Postsanační monitoring provádíme kvartálně formou dynamických odběrů (voda ze vzorkovaného vrtu se odčerpá – vzorkuje se nově nateklá voda), sleduje se hodnota CIU.

6.2 Výstupy modelu

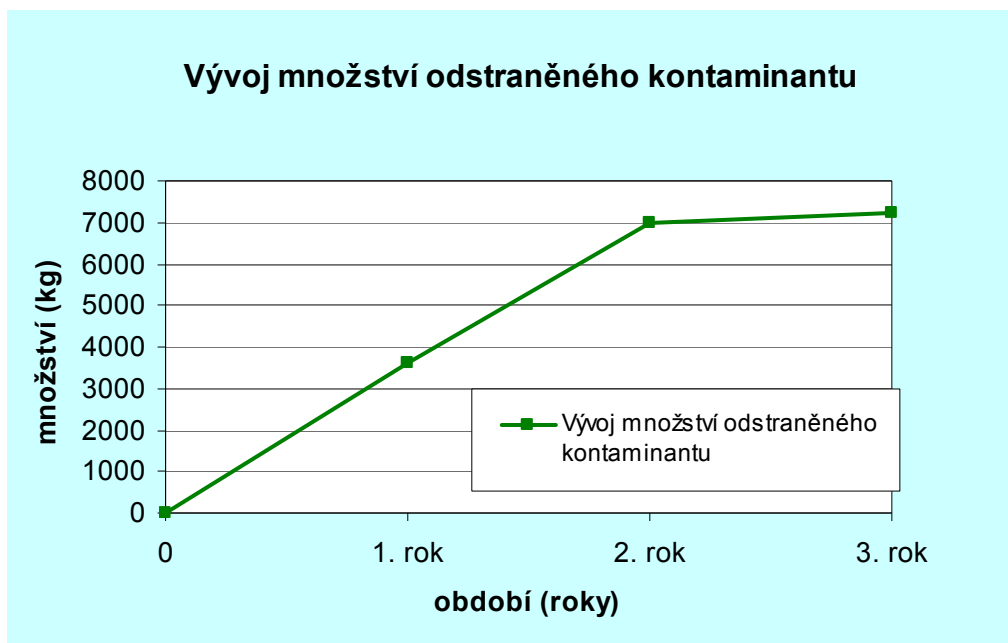
Konečné výstupy z modelu dokladují hodnotu nákladů jednotlivých kroků modelu. Ze sumace nákladů získáme informaci o celkové náročnosti sanační technologie. Po připočtení kompletační přírážky a zisku společnosti provádějící sanaci dostaneme celkový odhad nákladů sanace.

Ukazatelem ekonomické efektivity byly v našem případě zvoleny jednotkové náklady.

Jednotkové náklady

Pro kalkulaci jednotkových nákladů je nutno nejprve zadat odhad množství odstraněného kontaminantu v jednotlivých letech. Ze společnosti Aquatest, a.s. jsme získali odhady množství odstraněného kontaminantu za 1., 2., a 3. rok. Běžně jsou při projektování sanace tyto hodnoty nedostupné, a pokud ano, vždy se jedná jen o odhad vývoje množství odstraněného kontaminantu v průběhu sanace. Reálné údaje o rozsahu kontaminace a o skutečných množstvích odstraněného kontaminantu v dílčích obdobích sanace známe až po jejím ukončení

Pro potřebu vyhodnocení naší úlohy jsme získali tyto údaje: 1. rok bylo odstraněno 3635 kg, 2. rok 3355 kg a 3. rok 229 kg kontaminantu.

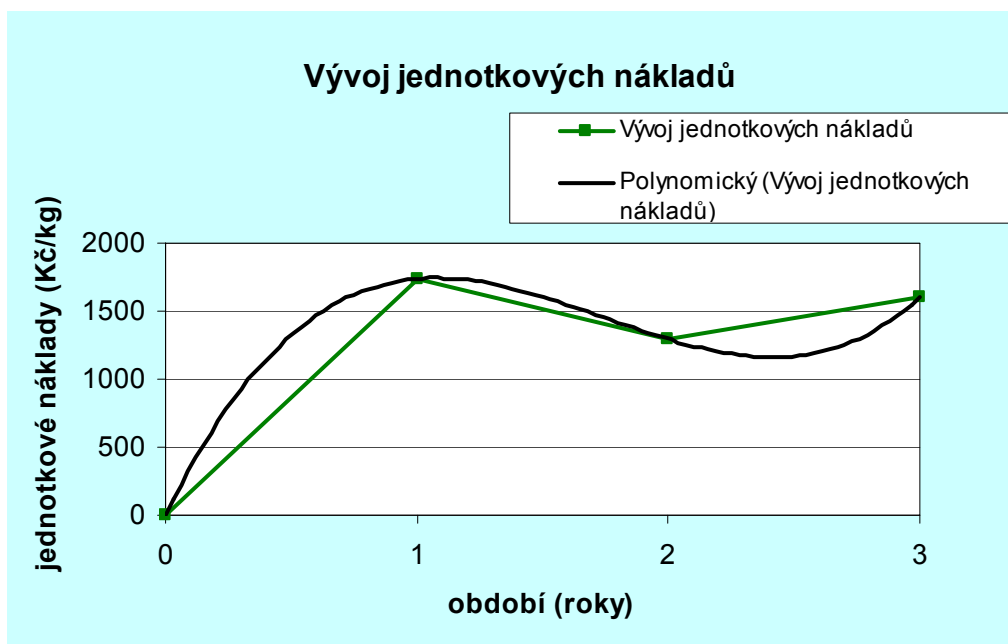


Graf 6.2.1 Vývoj množství odstraněného kontaminantu

Jednotkové náklady vypočteme:

$$\text{jednotkové náklady} = \frac{N_{kl}}{q_{kl}} \quad (8)$$

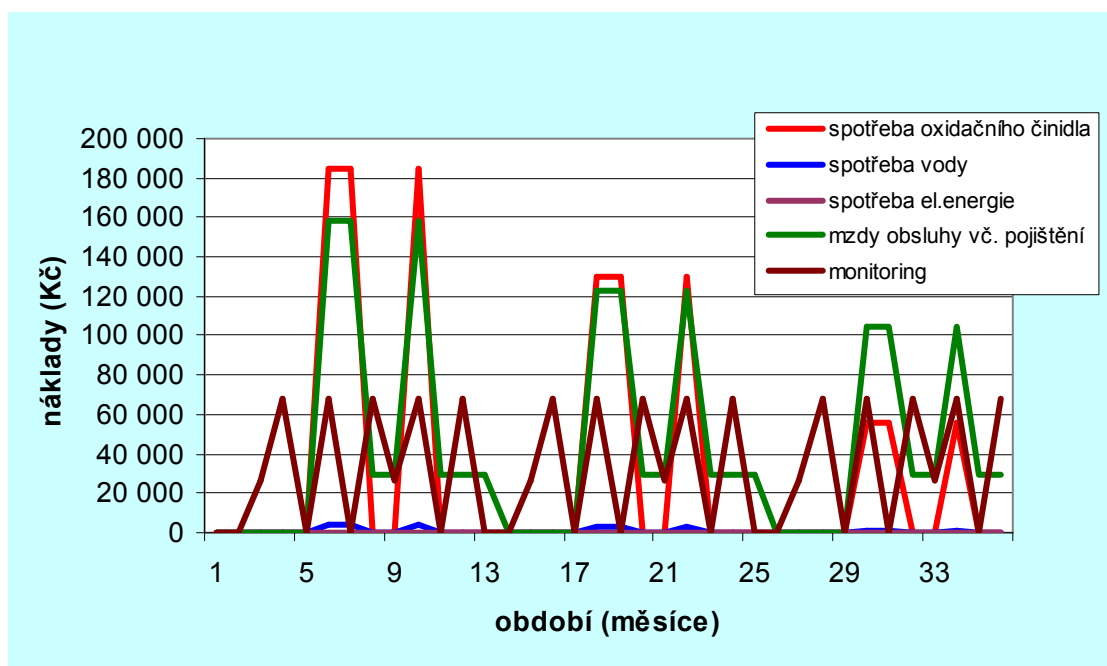
kde N_{kl} jsou kumulované náklady v jednotlivých letech a q_{kl} kumulované množství odstraněného kontaminantu v jednotlivých letech.



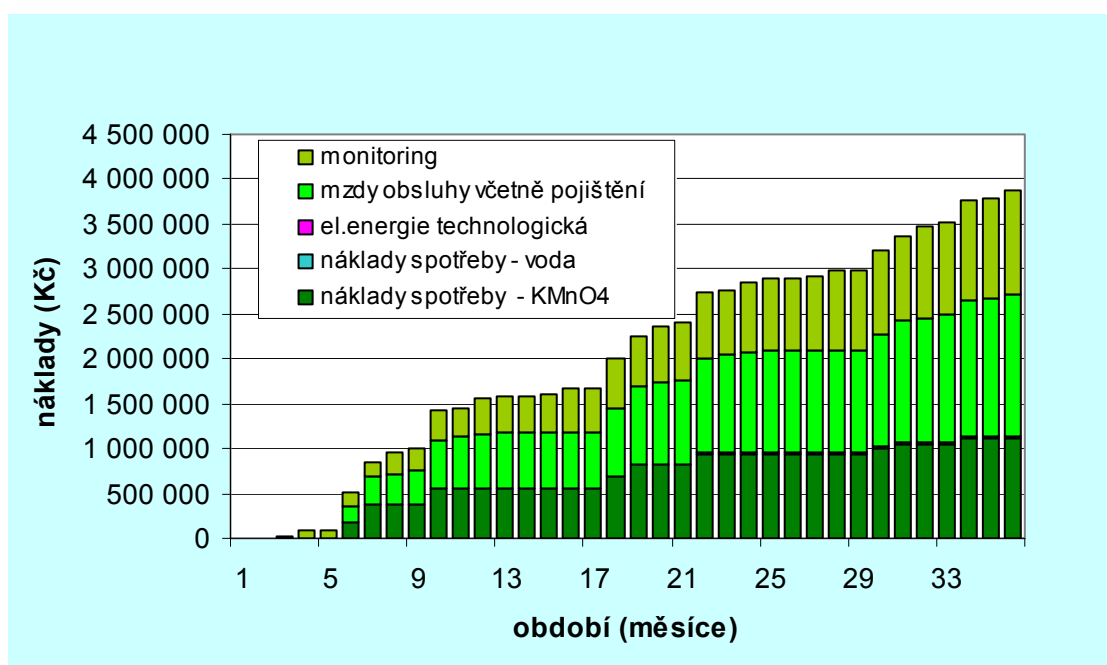
Graf 6.2.2 Vývoj jednotkových nákladů

6.3 Grafické výstupy modelu

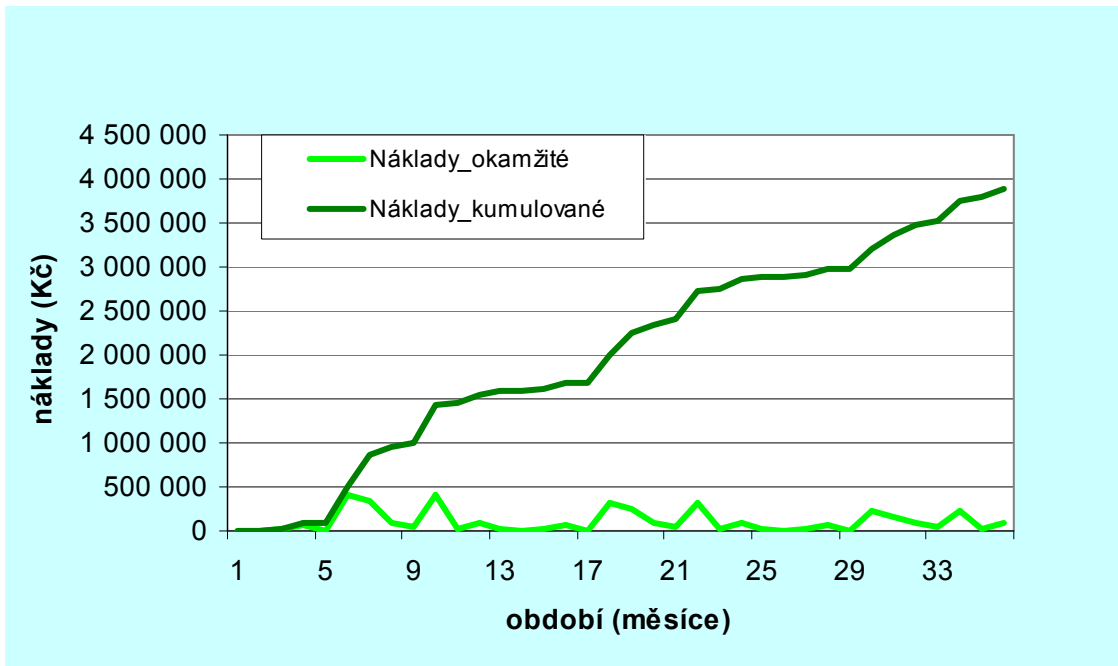
Kromě tabelárních výsledků zpracovává model řadu grafických výstupů, z nichž je možno získat přehled o vývoji jednotlivých ukazatelů v průběhu sanace.



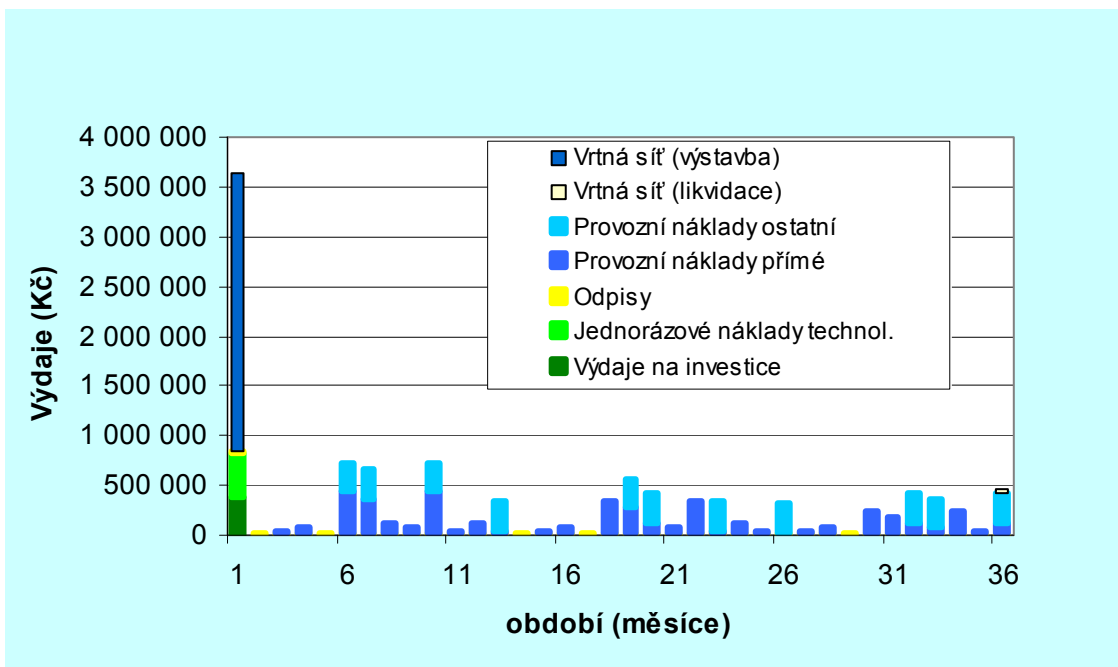
Graf 6.3.1 Položky přímých nákladů oxidace v dílčích obdobích



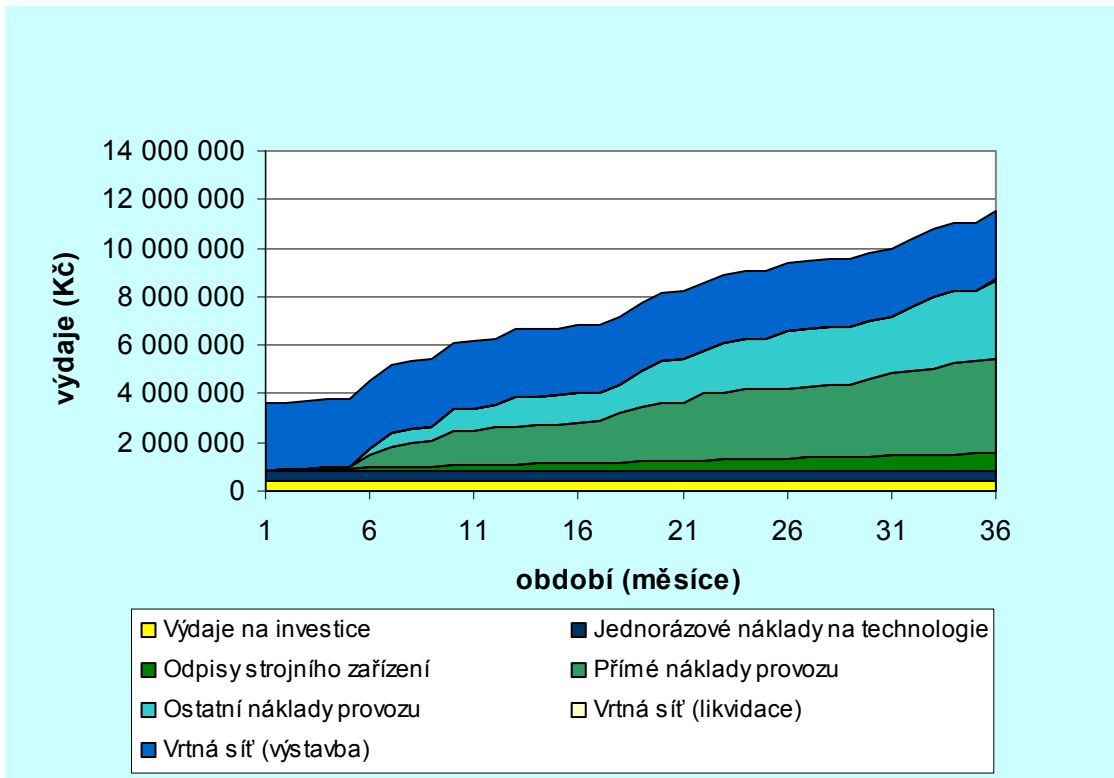
Graf 6.3.2 Vývoj přímých nákladů oxidace ve struktuře položek



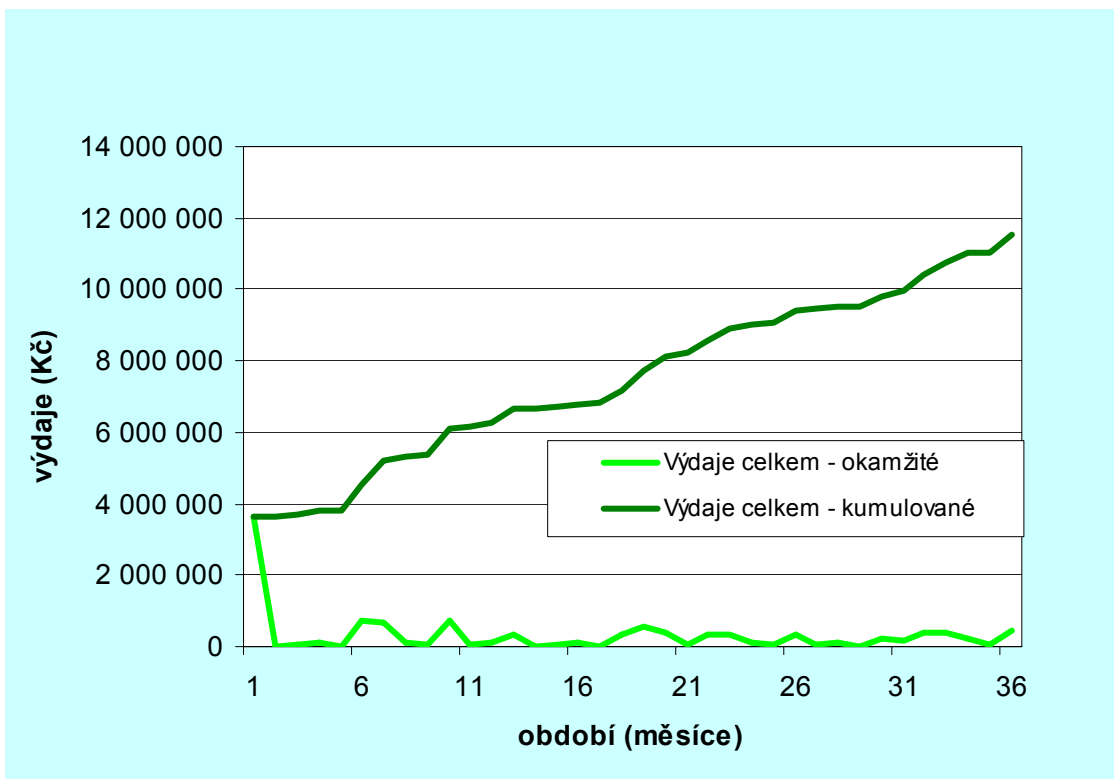
Graf 6.3.3 Vývoj hodnot přímých nákladů provozu oxidace



Graf 6.3.4 Celkové výdaje na oxidaci v dílčích obdobích



Graf 6.3.5 Vývoj celkových výdajů na oxidaci v čase



Graf 6.3.6 Vývoj celkových výdajů oxidace

7 Závěr

Bakalářská práce popisuje sestavení ekonomického modelu sanace technologií ISCO. Zvoleným oxidačním činidlem je manganistan draselný.

Součástí práce bylo seznámení s technologií ISCO a hlavními technologickými parametry metody. Poté byla provedena analýza a sestaven detailní projekt dílčích procesů sanační metody. Na technologický projekt navazuje nákladový model sanace. Struktura nákladových položek modelu sleduje detailně jednotlivé kroky i činnosti sanace. Součástí nákladového modelu jsou souhrnné přehledy, včetně kalkulace celkových nákladů sanace.

Nákladový model je vytvořen v programu Excel pro jeho všeobecnou dostupnost, přehlednost a snadnost ovládání. Jednotlivé části nákladového modelu byly vytvořeny jako listy sešitu Excel, kde jsou kalkulovány příslušné nákladové položky a celkové náklady příslušného kroku. Výsledky jsou zpracovány do formy tabulkových přehledů. Listy sešitu jsou navzájem provázány a poskytují si potřebné údaje.

Pro otestování a prověření funkčnosti modelu byla formulována teoretická úloha, jejíž údaje byly zadány do modelu. Údaje poskytla firma Aquatest, a.s., která realizovala sanační metodu oxidací manganistanem draselným v obci Kuřívody.

Výsledkem modelu je přehled dílčích položek sanačních nákladů a odhad celkových nákladů sanace oxidací manganistanem draselným na lokalitě odpovídající zadaným parametrům teoretické úlohy. V závěru bylo provedeno posouzení ekonomické efektivnosti sanace pomocí ukazatele jednotkových nákladů. Výsledky byly zpracovány v tabulkové i grafické formě a jsou součástí vytvořeného ekonomického modelu sanace. Vzhledem k tomu, že model je zpracován v obecné formě, lze vložením relevantních údajů do modelu získat ekonomický projekt sanace pro libovolnou lokalitu.

Literatura

- [1] Hosnédl Petr, *Metodická příručka MŽP pro použití oxidačních technologií in situ*, [online], MP metoda ISCO červen 2006.doc, poslední aktualizace 22. 6. 2006, [cit. 2009-2-1], dostupné z WWW:
<[http://www.env.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky_ekologicke_zateze/\\$FILE/Metodická%20příručka%20MŽP_ISCO.zip](http://www.env.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky_ekologicke_zateze/$FILE/Metodická%20příručka%20MŽP_ISCO.zip)>
- [2] Miroslav Synek a kol.: *Manažerská ekonomika*, Grada Publishing a.s., 2003, 4., aktualizované a rozšířené vydání, ISBN 80-247-0515-X
- [3] Jiří Strouhal: *Finanční řízení firmy v příkladech*, Computer Press, a.s., 2006, ISBN 80-251-0913-5
- [4] *Kompendium sanačních technologií*, Chrudim 2006, ISBN 80-86832-15-5
- [5] Miroslav Synek a kol.: *Podniková ekonomika*, Nakladatelství C. H. Beck, 2002, 3. přepracované a doplněné vydání, ISBN 80-7197-736-7

Přílohy

Struktura DVD

- ELEKTRONICKÁ VERZE BP
- Nákladový model sanace ISCO pro KMnO_4 – soubor nakladovy_model_isco.xls