

A close-up photograph of a hand splashing water, with water droplets and ripples visible. The background is a soft, out-of-focus blue-green color.

Raakaveden hapetus raudan ja mangaanin poistossa

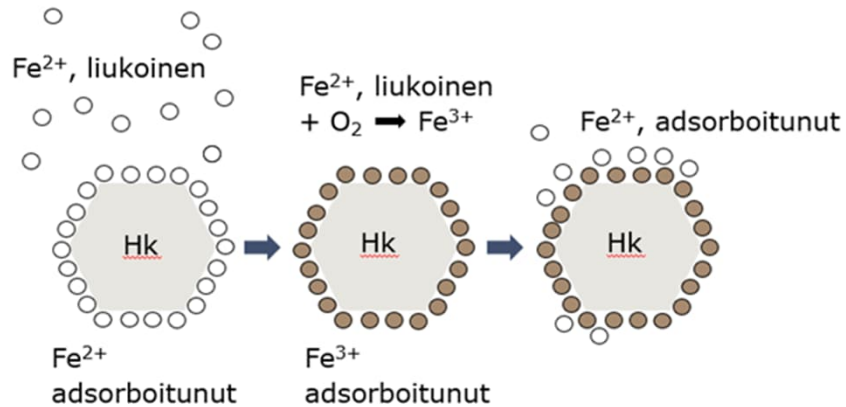
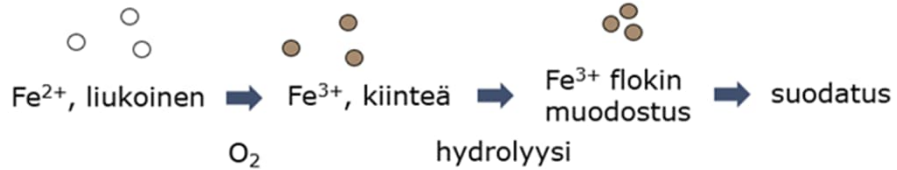
Raudan ja mangaanin poiston ajankohtaisuus



- Pohjaveden suosiminen vedenhankinnassa
- Lisääntynyt vedentarve kasvukeskuksissa
- Vanhojen ottamoiden vedenlaadun heikkeneminen vuosien saatossa
- Ilmastonmuutos
- Luvitus vaikeutunut
- Vanhojen lupien/ottamoiden hyötykäyttö



Fe & Mn poistamisen periaate

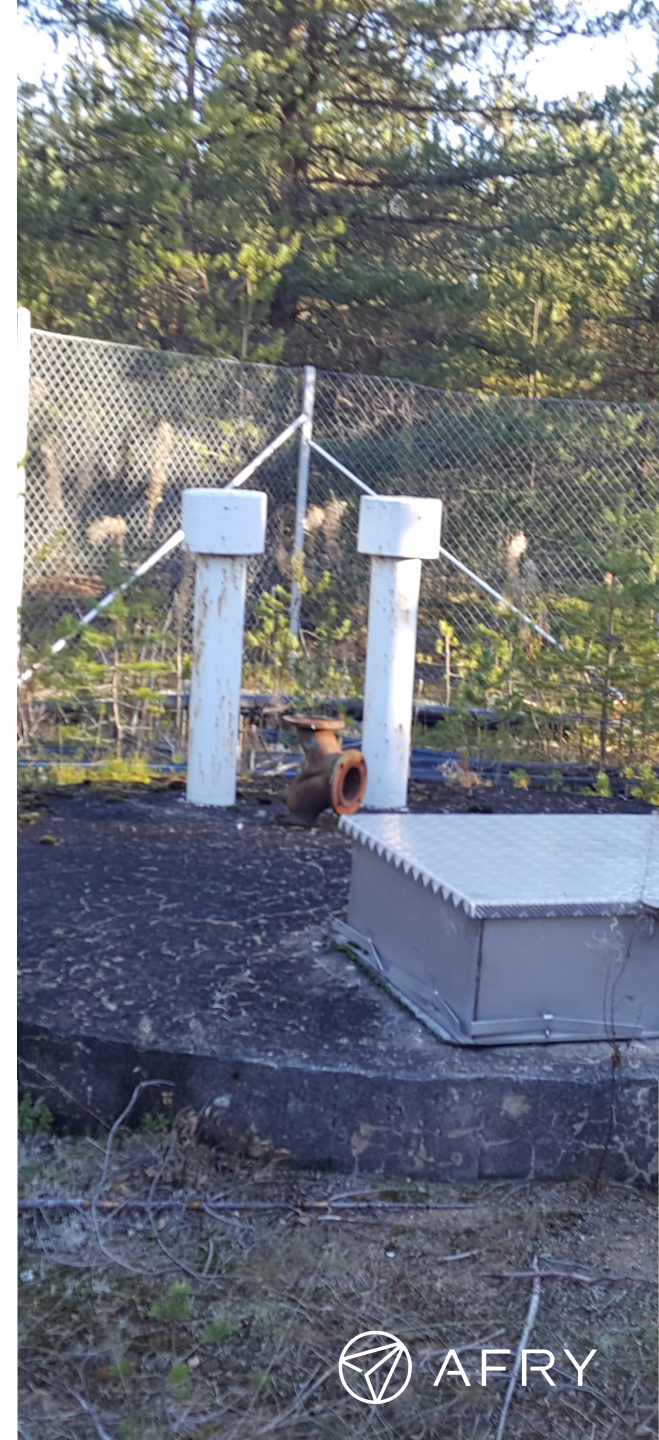


- Fe/Mn hapettaminen
 - pH
 - Redoxpotentiaali
- Maaperässä
- Laitoksella, suodatus / laskeutus

- Kemiallisesti *
- Biologisesti **
- Adsorptiosuodatus ***

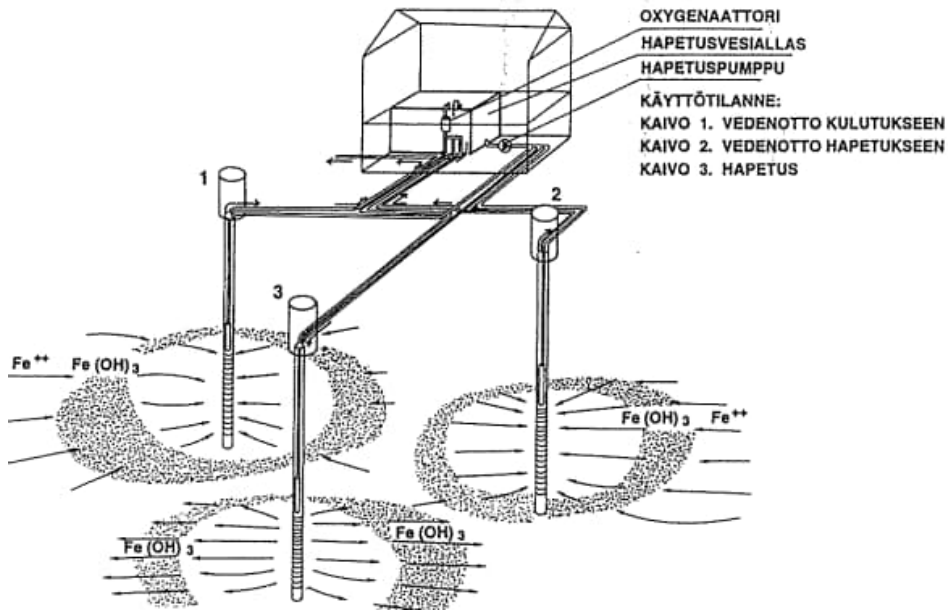
Suodattimissa
Fe Kg/m³

*
**

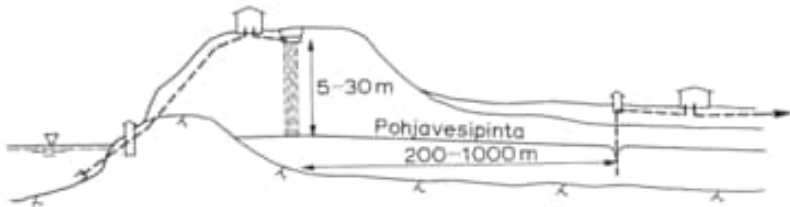


Maaperän hyväksikäyttö

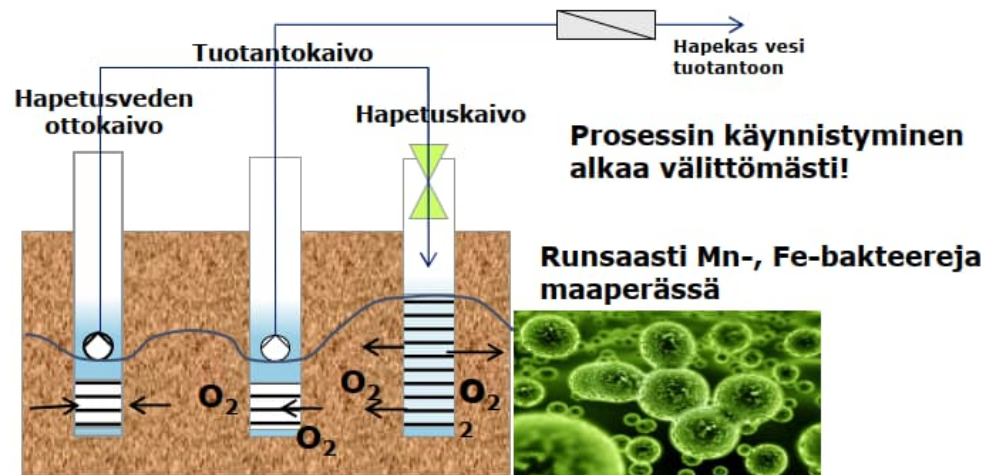
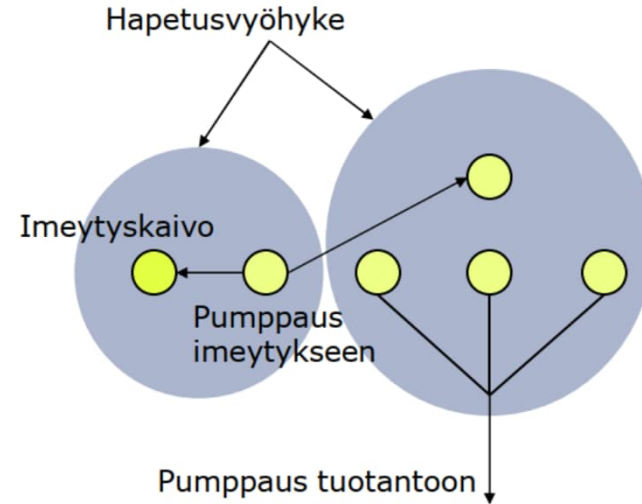
VYR - hapella kyllästetty vesi maaperään



Tekopohjaveden muodostaminen

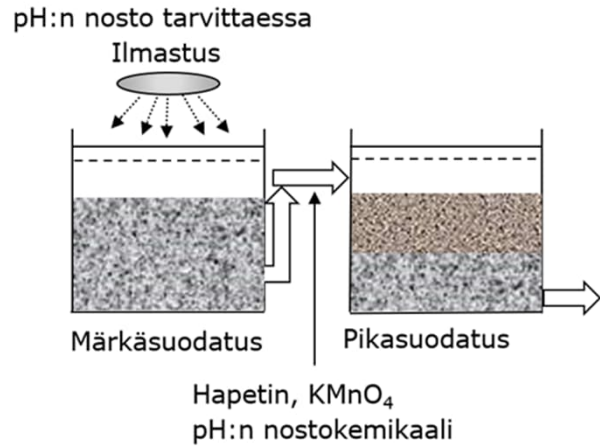


Maaperähapetus - happea veden kanssa mikrokuplina maaperään

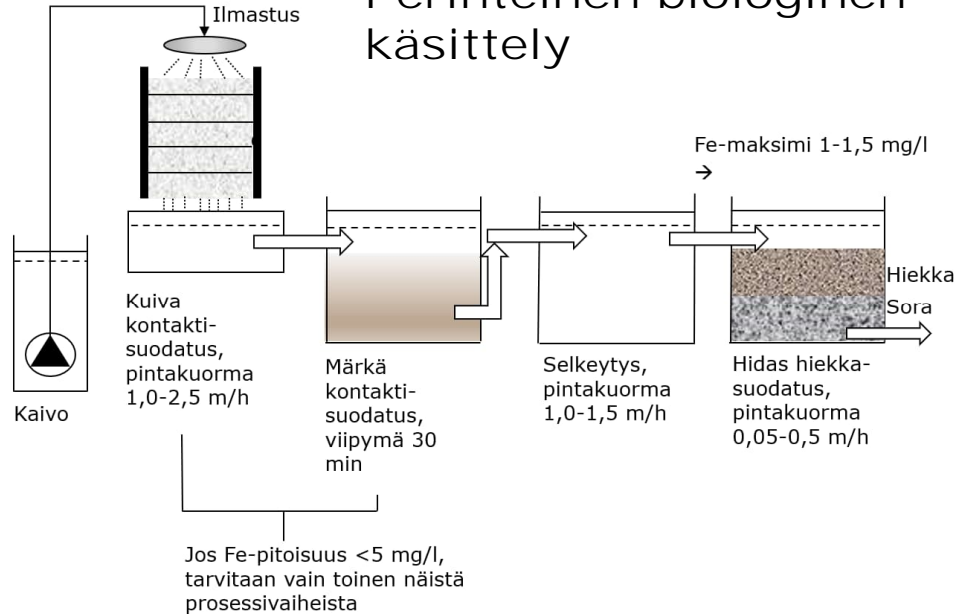


Yleisimpiä menetelmiä laitoksella

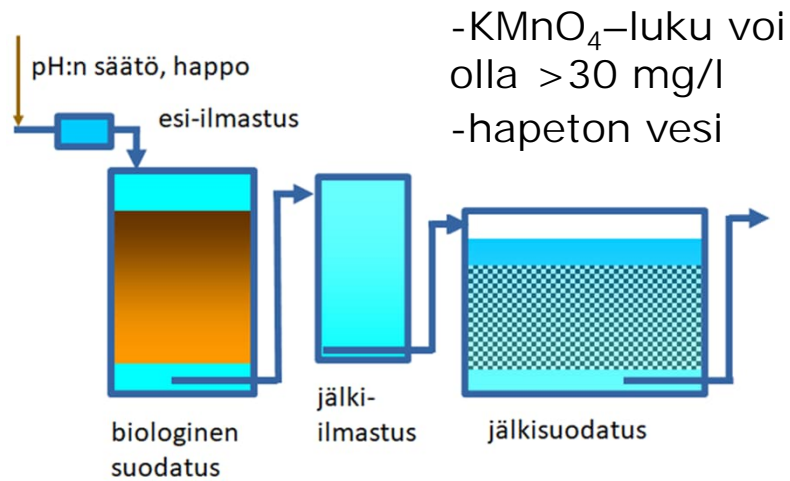
Kemiallinen hapettaminen



Perinteinen biologinen käsittely



Allbiron (Allwatec)



Biologinen pikasuodatus



Raw water aeration

2 Ferazur (30 m·h⁻¹)

Aeration of water from which iron has been removed

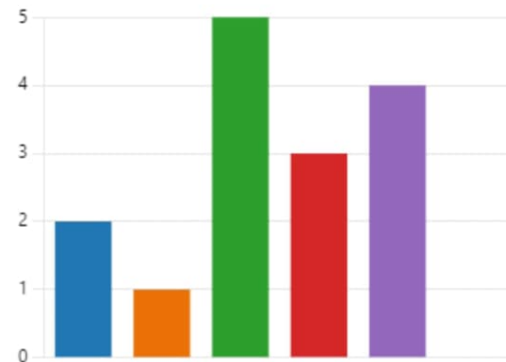
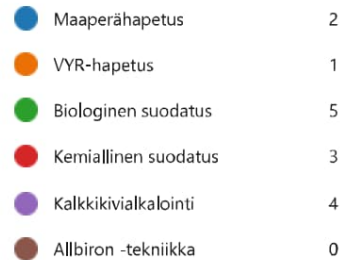
3 Mangazur (20 m·h⁻¹)

Kysely vesilaitoksille: Raakaveden hapetus raudan ja mangaanin poistossa

— Vastauksia yhteensä 20 kpl, 13 eri maakunnasta

	Käsittelylaitoksien mitoitusvirtaama m ³ /d	Käsittelylaitoksien toteutuneet virtaamat m ³ /d
Max	18000	10691
Min	360	150
Med	1650	875
Ave	2965	1743

15. Millä menetelmällä pohjavesilaitoksenne käsittelemättömää raakavettä käsitellään raudan ja/tai mangaanin poistamiseksi? Mikäli laitoksellanne on useampi käsittelymenetelmä, vastaa kyselyyn uudestaan koskien muita menetelmiä.



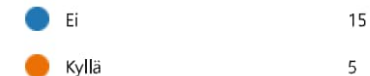
6. Tarvitseeko pohjavesilaitoksenne käsittelemättömästä raakavedestä poistaa rautaa?



8. Tarvitseeko pohjavesilaitoksenne käsittelemättömästä raakavedestä poistaa mangaania?



10. Onko pohjavesilaitoksenne käsittelemättömässä raakavedessä orgaanista ainesta?



Kysely vesilaitoksille: Raakaveden hapetus raudan ja mangaanin poistossa

4. Mille tasolle arvoit oman tietämyksesi raudan ja mangaanin poistotekniikoiden suhteen?

[More Details](#)

- Tiedän, miten rautaa ja mangaa... 17
- Haluan lisätietoa raudan ja man... 5



13. Käsitelläänkö pohjavesilaitoksenne käsittelemätöntä raakavettä raudan ja/tai mangaanin poistamiseksi?

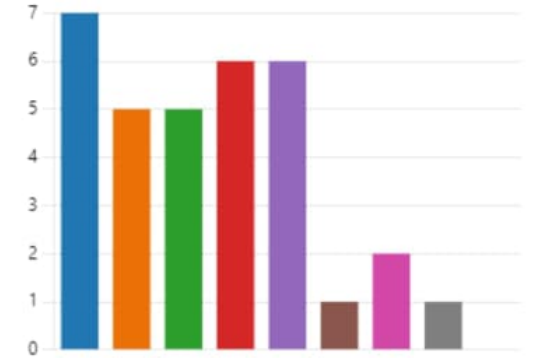
[More Details](#)

- Ei 5
- Kyllä 15



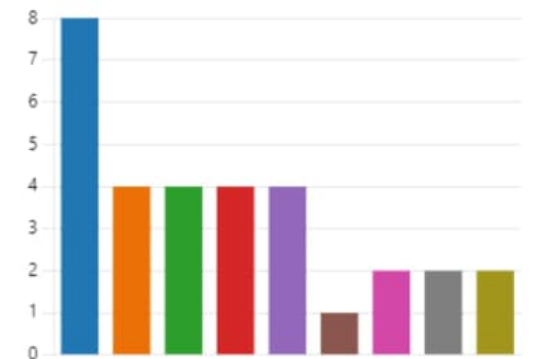
107. Mitkä ovat suurimmat haasteet liittyen korkeaan rautapitoisuuteen?

- Ei ongelmia rautapitoisuuden ka... 7
- Kaivojen tukkeutuminen 5
- Raakavesilinjojen tukkeutuminen 5
- Putkistojen tukkeutuminen 6
- Suodattimien tukkeutuminen 6
- Huuhteluvesien johtaminen 1
- Huuhteluvesien määrä 2
- Prosessi ei poista rautaa riittävä... 1
- Other 0



108. Mitkä ovat suurimmat haasteet liittyen korkeaan mangaanipitoisuuteen?

- Ei ongelmia mangaanipitoisuud... 8
- Kaivojen tukkeutuminen 4
- Raakavesilinjojen tukkeutuminen 4
- Putkistojen tukkeutuminen 4
- Suodattimien tukkeutuminen 4
- Huuhteluvesien johtaminen 1
- Huuhteluvesien määrä 2
- Prosessi ei poista mangaania riit... 2
- Other 2



Kyselyn ja työpajan kokemuksia: Maaperähapetus ja VYR-hapetus

Maaperähapetus

- Käyttökokemuksia yli 10 vuoden ajalta
- Toimii raudan että mangaanin poistossa
- Helppokäyttöinen, luotettava ja kemikaalivapaa
- Kaivoja joudutaan pesemään/elvyttämään
- Haasteina kaivojen ja maaperän tukkeutuminen
- Kustannustehokas laitoskäsittelyyn nähden, erityisesti alkuvaiheessa
- Toimii myös laitoskäsittelyn rinnalla
- Mahdollista toteuttaa olemassa olevilla kaivoilla
- Vaatii teknillisiä muutoksia laitoksella, jos rakennetaan vanhaan järjestelmään
- Kaivohapetus vaatii vähintään kolme raakavesikaivoa
- Vaatii tilaa erityisesti jos tarvitaan uusia kaivoja
- Ei kopioitavissa toiselle laitokselle ilman kokeita

VYR-hapetus

- 40 vuoden käyttökokemus, putousilmastin
- Toimii raudan ja mangaanin poistossa
- Helppohoitoinen, vähäinen huollon tarve ja pitkäikäinen menetelmä
- Kemikaalivapaa
- Edullinen investointi
- 1,5ertainen vesimäärä käytetään itse prosessiin
- Huoltokatkojen aikana koko prosessi pysähtyy -> vaatii varavesilähteen ja varakaivoja
- Ei juurikaan säätömahdollisuuksia
- Haasteena maaperän ja kaivojen tukkeutuminen
- Vaatii tilaa ja ei ole kopioitavissa toiselle laitokselle
- Pohjavedenpinnan muutokset voivat aiheuttaa ongelmia

Kyselyn ja työpajan kokemuksia: Kalkkikivialkalointi ja Biologinen suodatus

Kalkkikivialkalointi

- Toimii pääsääntöisesti hyvin
- Yhdessä kohteessa ilmastus ennen kalkkikivialkalointia
- Toimenpiteinä ilma- tai vesihuuhtelu ja kalkkikiven lisäys sekä vastavirtahuuhtelu
- Suodatusmassoja lisätty keskimäärin noin 60 kk välein
- Huuhteluvesien määrä noin 1-2 % raakaveden otosta
- Huuhteluväli pääosin viikosta kuukauteen, yhdessä kohteessa kerran vuodessa
- Suurimmat haasteet liittyen korkeisiin rauta ja mangaanipitoisuuksiin: suodattimien, kaivojen ja putkistojen tukkeutuminen sekä huuhteluvesien määrä

Biologinen suodatus

- 1- tai 2-vaiheinen suodatus
- Toimintavarma, luotettava ja kemikaalivapaa sekä edullinen ylläpito
- Rakennusvaiheessa isot kustannukset
- 4 kohteessa 1-vaiheinen suodatus ja yhdessä 2-vaiheinen
- Kokonaissuodatus pinta-ala vaihtelee 9-126 m²
- Huuhteluvesien määrä noin 1-2 % raakaveden otosta
- Huuhteluvälit 1-14 vrk, voivat olla selvästi pidemmät
- Suodatusmassoina hiekka-antrasiitti, kvartsihiekkä, filtralite ja dolomiittirouhe
- Ilmastusmenetelminä: kaappi-ilmastus, pohjailmastus, putousilmastin, ilmastusallas
- pH:n säätökemikaaleina rikkihappo, sooda ja hiilidioksidi
- Kunnossapito: tarkkailtava suodattimen tukkeutumista ja säädettävä huuhteluohjelmaa tarvittaessa. Hiekan vaihto ja suodatinsuutinten vaihdot, suodatin massojen vaihto, vastavirtahuuhtelu sekä mekaaninen puhdistus

Kyselyn ja työpajan kokemuksia: Kemiallinen suodatus ja Allbiron

Kemiallinen suodatus

- Toimiva, mutta vaativa menetelmä
- Soveltuu ns. hankalille vesille
- Kemikaalimittaus oltava kunnossa, paljon huollettavaa
- Korkeat kustannukset, kemikaalien saatavuus
- Käytössä 3 kohteessa, toimii raudan ja mangaanin poistossa
- Kaikissa kohteissa 1-vaiheinen suodatus
- Kokonaissuodatuspinta-ala noin 30-125 m²
- Huuhteluvälit 3-10 vrk
- Huuhteluvesien määrä noin 5-15 % raakaveden otosta
- Tarvittavat prosessisäädöt: saostus kemikaalin säätö ja pH:n säätö, koagulanttiannostuksen säätö
- Kaikissa kohteissa käytetään pH:n säätökemikaalia, kemikaaleina sammutettu kalkki ja natriumhydroksidi
- Yhdessä kohteessa käytössä kaliumpermanganaatti hapetuskemikaalina
- Haasteina laitoksilla kaivojen ja raakavesilinjojen tukkeutuminen sekä huuhteluvesien johtaminen ja määrä

Allbiron

- Toimiva hapettomille vesille
- Soveltuu hyvin raudan ja mangaanin poistoon
- Huuhteluvesien määrät pienet
- Pienemmät käyttökustannukset kemialliseen suodatukseen nähden
- Mahdollistaa vanhojen vedenottokohteiden käyttöönoton
- Vaatii viemäroinnin ja käyttöönotto edellyttää panostusta ja asiantuntemusta
- Mahdollisesti korkeat huuhteluvesien määrät
- Hapettoman ja hapellisen veden sekoittuminen ongelma
- Soveltuvuus melko rajallinen
- Uusi prosessi, melko vähän käyttökokemusta käytöstä ja operoinnista
- Hapon syöttö, käytöturvallisuus

Yhteenveto

- Hankkeen tavoitteena oli lisätä vesilaitosten tietoisuutta eri hapetusvaihtoehdoista sekä prosessiolosuhteista, joilla raudan ja mangaanin poistumista saadaan tehostettua.
- Kyselyn (n = 20) tulosten perusteella vastanneiden laitosten raakaveden keskimääräinen rautapitoisuus vaihteli välillä 0,27–10 mg/l ja mangaanipitoisuus välillä 0,07–0,52 mg/l. Vastaavasti keskimääräinen humuspitoisuutta indikoiva KMnO₄ -luku oli 1,5–15 mg/l ja pH keskimäärin 6,1–7,6.
- Kyselyyn vastanneista 75 % joutui käsittelemään pohjavesilaitostensa raakavettä raudan ja mangaanin poistamiseksi.
- Kyselyyn vastanneiden pohjavesilaitoksissa raakavettä käsitellään raudan ja mangaanin poistamiseksi biologisella suodatuksella (33 %), kalkkikivialkaloinnilla (27 %), kemiallisella suodatuksella (20 %), maaperähapetuksella (13 %) sekä VYR-hapetuksella (7 %).
- Laitoksilla suurimmat haasteet raakaveden korkeasta rautapitoisuudesta liittyivät putkistojen, suodattimien, kaivojen ja raakavesilinjojen tukkeutumiseen sekä huuteluvesien määrään ja johtamiseen sekä riittämättömään raudanpoistokykyyn.
- Vastaavasti suurimmat haasteet korkeasta mangaanipitoisuudesta liittyivät kaivojen, raakavesilinjojen, putkistojen ja suodattimien tukkeutumiseen sekä huuhteluvesien määrään ja niiden johtamiseen sekä riittämättömään mangaanipoistokykyyn.
- Tulosten perusteella laitosten kyky poistaa raakavedestä rautaa ja mangaania on suhteellinen hyvä, mutta ongelmia esiintyy. Riippuen käytetystä menetelmästä, osalla laitoksista poistomenetelmät vaativat paljon ammattitaitoa ja työtä, kun taas osalla menetelmät ovat yksinkertaisia ja toiminta on automatisoitu tehokkaaksi helpottamaan laitosten käyttöä.



Making Future