

Ratkaisu teollisuuden vesiongelmiiin

Suljettu kierto säästää

kustannuksia ja ympäristöä

■ **Teollisuuden jätevesien puhdistus on kallista ja paljon tilaa vievää. Puhdistustuloskaan ei aina ole paras mahdollinen. Suljettu vesikierto on osoittautunut useissa sovelluksissa tehokkaaksi, suhteellisen edulliseksi ja ympäristöä säästäväksi ratkaisuksi.**

LEIF RAMM-SCHMIDT

Maapallon pinnasta 70 prosenttia on veden peitossa. Ei siis uskoisi vedestä olevan puutetta.

Vedestä on kuitenkin vain pieni osa suolatonta ja sellaisenaan juoma- tai prosessivedeksi kelpaavaa. Noin 2,5 prosenttia vedestä luokitellaan makeaksi vedeksi. Sekin on suurimmaksi osaksi jään muodossa. Sellaisenaan juomakelpoista vettä on ainoastaan 0,002 prosenttia.

Puhtaan veden tarpeen on ennustettu kaksinkertaistuvan 21 vuodessa. Samalla vesien saastuminen ja tautien leviäminen lisääntyy. Viisi miljoonaa ihmistä kuolee pilaantuneen veden aiheuttamiin tauteihin joka vuosi.

Lisäksi puhtaan veden varannot maailmassa jakautuvat hyvin epätasaisesti. Seuraavat sodat käydään ehkä vedestä.

Integroidut järjestelmät kiinnostavat

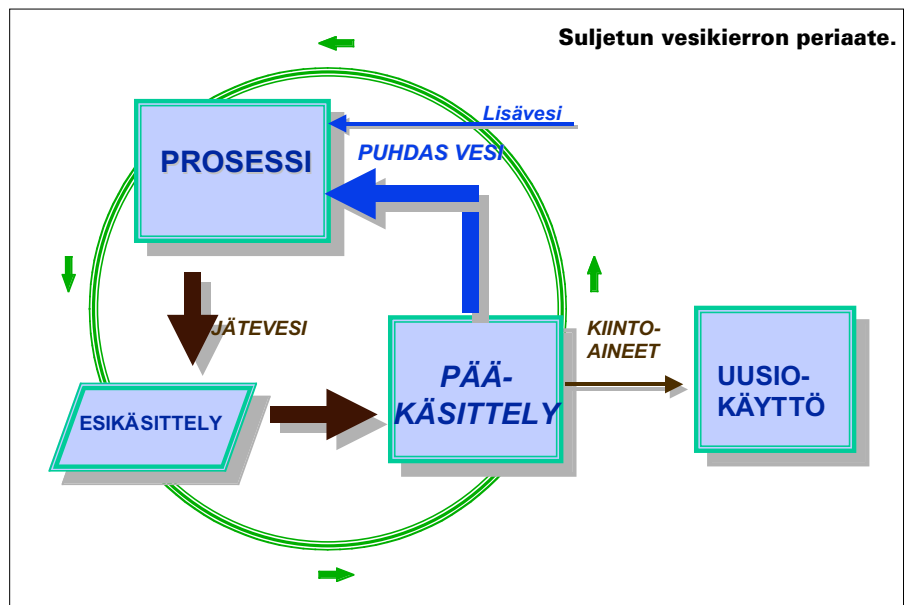
Teollisuuden jätevesien puhdistuksessa on otettu 50 viime vuoden aikana suuria edistysaskeleita. Yhä useampi jätevirta puhdistetaan ennen kuin se päästetään luontoon. Puhdistamot ovat kuitenkin olleet yrityksille pitkälti pelkäästään lisäkustannus. Puhdistuksen käyttökustannukset ovat olleet suuret ja puhdistustulos epätäydellinen.

Puhdistusvaatimukset ovat tiukentuneet, mutta maailmanlaajuisen kilpailun painees-

Eri menetelmien soveltuvuus erilaisten liuenneiden haitta-aineiden poistoon

3 = korkea erotusaste, 2 = keskinkertainen, 1 = matala erotusaste
Huom.! Olosuhteet, erityisesti pH, voi vaikuttaa erotusasteeseen

Teknologia	Poistettava komponentti															
	Kationit (esim. raskaametallit)	Monovalentit ionit	Multivalentit ionit	Kompleksoidut ionit	Anionit	Monovalentit (esim. kloridi)	Multivalentit (esim. sulfaatti-ion)	Ammonium	Orgaaniset yhdisteet	Hilijydraatit	Proteiinit	Alkoholit	Liuottimet (esim. hiilivedyt)	Väriaineet	Pestisitit	COD yleensä
Adsorptio (esim. aktiivihiili)	1	1	1			1	1	1			1	1	3	3	3	1
Ioninvaihto	3	3				3	3	2								
Kemiallinen saostus	3	3	3				2				2					1
Membraniteknologiat																
Ultrasuodatus (UF)										2	2				1	1
Nanosuodatus (NF)		2	3			2				2	3			2	3	2
Käänteisosmoosi (RO)	3	3	3			3	3	1		3	3	1		3	3	3
Haihdutus	3	3	3			3	3	2		3	3			3	3	3
Tislaus								3					3	3		
Flotaatio	3	3	3			2				2					1	1
Ilma/höyrystriippaus							3					2	3		2	
Sähköiset menetelmät																
Sähködialyysi	3	3	3			3	3	3								
Elektrolyysi	3	3	3													



sa varsin hitaasti. Parina viime vuosikymmenenä on kiinnostuttu yhä enemmän integroiduista järjestelmistä, joista mielenkiintoisimmat liittyvät osittain tai kokonaan suljettuihin vesikiertoihin.

Suljettu kierto tuo monia etuja

Suljettu kierto, jossa vesi palaa takaisin prosessiin, antaa runsaasti hyötyjä, kuten kustannussäästöjä verrattuna jätevedenpuhdis-

Suljettu kierto teki lopun kuparikaapelitehtaan päästöistä

Kuparikaapelin valmistuksessa valmis lanka peitataan rikkihappokylvyssä. Peittauksen jälkeen lanka huuhdellaan vedellä vastavirtaperiaatteella. Huuhteluveteen siirtyy langan mukana rikkihappoa ja kuparisulfaattia.

Jotta huuhteluveden pitoisuus pysyisi riittävän pienenä, osa vedestä täytyy vaihtaa. Aiemmin tämä tapahtui neutraloimalla happo kalkilla ja suodattamalla sakka suotopuristimessa. Ennen päästämistä viemäriin vesi vielä dekantoitii. Sakka oli korkean kuparipitoisuutensa takia ongelmajätettä.

Uutta vettä otettiin kunnan verkosta. Ennen huuhtelukylpyihin johtamista vesi puhdistettiin ioninvaihdolla. Prosessin kustannukset olivat suuret.

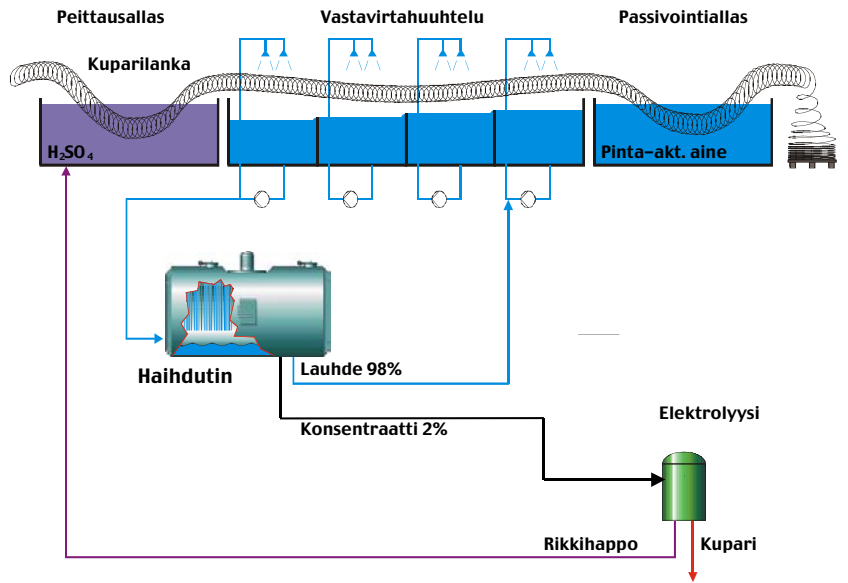
Sitten tehtaassa otettiin käyttöön haihdutukseen ja elektrolyysiin perustuva suljetun kieron puhdistusprosessi. Höyryn mekaaniseen komprimointiin perustuvassa haihduttimessa rikkihappo/kuparisulfaattiliuos väkevöidään noin 20-prosenttiseksi. Energiankulutus haihduttimessa on 10 kWh puhdistettua vesitonnia

Hedwaco Ltd Oy

kohten.

Seuraavassa vaiheessa liuos johdetaan elektrolyysiin, josta kupari saadaan talteen puhtaana kuparimetallina palautettavaksi prosessin alkuun. Elektrolyysin tuloksena sulfaatti muuttuu takaisin rikkihapoksi, joka voidaan palauttaa takaisin peittaukseen.

Haihdutuksessa saatu lauhde on niin puhdas, että se kelpaa sellaisenaan huuhtelun lisäve-



Suljettu kierto kuparikaapelin valmistuksessa.

deksi. Kierrätys on siis täydellinen: sekä happo, kupari että vesi saadaan talteen. Minkäänlaista jätettä ei jää.

Prosessin takaisinmaksuaika oli alle kaksi vuotta.

Vesiklosetti on turhakkeiden turhake

Teollisuuden ja maatalouden ohella vesiä säästävät myös yksityiset ihmiset. Suurin syyllinen on vesiklosetti, joka kuuluu historian typerimpiin keksintöihin.

Ensin jätökset sekoitetaan veteen, josta sitten haitta-aineet yritetään suurella vaivalla poistaa puhdistamossa – koskaan täysin onnistumatta.

Köyhissä maissa puhdistamoita ei useimmiten edes ole. Ihmisperäiset taudit leviävät laajalle alueelle, vedet rehevöityvät, happipitoisuus alenee ja kalat kuolevat.

Vesivessan sijasta olisi alun perin pitänyt ryhtyä kehittämään kuivakäymälöitä. Niissä kuiva-aine biokompostoidaan ja poistetaan muun kiinteän jätteen kanssa, eikä ongelmia synny.

Neljä konstia vedensäästöön:

- Vesiklosetit korvataan kuivakäymälöillä.
- Merivedestä tehdään juomavettä uusilla suolanpoistotekniikoilla.
- Maataloudessa siirrytään pinnan alla tapahtuvaan kohdekasteluun ja aletaan hyödyntää puhdistettua jätevettä.
- Suljetut kierrot otetaan käyttöön teollisuudessa.

tamon ja lietteenkäsittelyn aiheuttamiin kustannuksiin. Myös laitoksen tarvitsema maa-alue voi olla pienempi, sillä biologinen puhdistamo vaatii ison pinta-alan. Useissa tapauksissa talteen saatu kiintoainne voidaan hyödyntää edelleen.

Säästöä kertyy myös tuoreveden määrässä, puhdistuksessa prosessivedeksi ja lämmityksessä. Pumpauskulut pienenevät ja putkistoja tarvitaan vähemmän. Jätevesilupien anomiselta vältytään, samoin viranomaisvalvonnalta näytteenottoineen. Prosessin vihreys on eduksi markkinoinnissa.

Jätevesi sisältää normaalisti sekä liuenneita aineita että kiintoainetta. Kiintoaineen poisto on yleensä helpompaa, koska kiintoainehiukkasia voidaan suodattaa tai saostaa pois. Liuenneiden aineiden poisto on paljon vaativampaa. Vaikeimpia ovat pienimolekyyliset haihtuvat yhdisteet.

Veden kierrätys takaisin prosessiin on aina selvitettävä huolella, koska epätäydellinen puhdistustulos johtaa vieraiden aineiden rikastumiseen prosessivesiin. Tällöin korroosio lisääntyy, varsinkin jos läsnä on klorideja ja happoja. Suolat ja orgaaninen aine saostuvat putkistojen ja prosessilaitteiden pinnoille. Mikrobitoiminta aiheuttaa liman muodostumista. Myös kemikaalien kulutus kasvaa ja tuotteen laatu heikentyy.

Haihdutus tehokkainta

Oheisesta taulukosta nähdään, että tehokkaimmat erotustekniikat ovat haihdutus ja käänteisosmoosi. Haihdutuksessa matkitaan luonnossa tapahtuvaa veden kiertokulkua.

Menetelmä kuluttaa kuitenkin runsaasti energiaa, koska se perustuu veden faasimuutokseen. Energiatehokkuutta voidaan parantaa hyödyntämällä lauhtuksessa vapautuva latenttilämpö mahdollisimman tarkkaan.

Talteen saatu vesi on erittäin puhdasta silloin, kun se ei sisällä haihtuvia komponentteja. Esimerkiksi natriumkloridin erotuskyky voi olla hyvässä haihduttimessa yli 99,99 prosenttia. Veden väkevöinnin seurauksena vedestä voi saostua tai kiteytyä suoloja ja orgaanista ainesta, jotka likaavat lämmönsiirtopintoja. Oikealla esikäsitteilyllä ja oikean haihdutintyyppin valinnalla voidaan välttyä ongelmilta.

Käänteisosmoosi vaatii esikäsitteilyn

Käänteisosmoosi on kalvosuodatusprosessi, jossa jätevesi puristetaan korkealla paineella erittäin hienorakeisen kalvon läpi. Tyypillinen paine on 20–120 bar. Kalvon huokoskoko on niin pieni, että jopa molekyylit pidättyvät. Kloridien erotuskyky on kalvomateriaalista riippuen 98–99,5 prosenttia.

Tietyt haihtuvat komponentit, kuten ammoniakki ja metanoli, menevät kuitenkin helposti kalvon läpi. Käänteisosmoosin ongelmana on usein kalvojen tukkeutuminen, jonka estämiseksi vesi täytyy esikäsitellä. Esikäsitelyssä suodatetaan pois kaikki haitallinen kiintoainne esimerkiksi ultra- ja nanosuodatuksella.

Lisäksi perinteisessä käänteisosmoosissa väkevöintitaso on pidettävä niin alhaisena, että suolat eivät kiteydy. Toisena rajoituksena on osmoosipaine, joka nousee väkevöinnin seurauksena. Loppuväkevöinnissä voidaan tarvittaessa käyttää haihdutusta.

Toisaalta kalvotekniikat ovat viime aikoina kehittyneet voimakkaasti, ja tähänastiset rajoitukset ovat jopa saaneet väistyä.

Joka prosessille sopivin tekniikka

Haihtuvien yhdisteiden poistoon voidaan käyttää muun muassa strippausta, tislausta ja aktiivihilteä. Myös biologinen käsittely voi tulla kysymykseen. Mikäli haihtuva yhdiste on happo, se voidaan pitää pH:n nostolla konsentraatissa sekä haihdutuksessa että käänteisosmoosissa. Vastaavasti emäksinen haihtuva yhdiste, esimerkiksi ammoniakki, voidaan tehdä haihtumattomaksi pH:n pudotuksella.

Puhdistettavan jäte- tai prosessiveden kemiallisen analyysin perusteella asiantuntija kykenee arvioimaan, mitkä tekniikat parhaiten soveltuvat kuhunkin prosessiin. Eri-laisilla laskentaohjelmilla voidaan ennustaa, missä pitoisuudessa aineita alkaa saostua ja mitä tapahtuu haihtuville yhdisteille.

Suunnitelma voidaan varmistaa laboratoriotestein ja koeajoin. Tulosten perusteella laaditaan prosessikaavio, arvioidaan investointitarve ja lasketaan sen kannattavuus. ▲

Kirjoittaja toimii Chemitec Consulting Oy:ssä
vedenpuhdistuksen ja energia-alan
prosessiasiantuntijana.
leif.ramm-schmidt@chemitec.fi