



TEOLLINEN VEDEN UUELLEENKÄYTTÖ:

GRUNDFOSIN TARJONTA TEOLLISEEN VEDENKIERRÄTYKSEEN

LAATIJAT: SOVELLUSPÄÄLLIKKÖ MARCO WITTE, PABLO
ANDRES TOJO, GRUNDFOS WATER TREATMENT GMBH



HELPPO
INTEGROINTI



OPTIMOIDUT
PROSESSIT



PIENEMMÄT
KÄYTTÖKUSTANNUKSET

GRUNDFOS ISOLUTIONS



PUMP



CLOUD



SERVICES

Johdanto:

Vesi on elämälle keskeinen edellytys ja sitä pidetään helposti itsestäänselvyytenä. Nykyisin teollisessa yhteiskunnassa vesijohtoveden oletetaan ilman muuta olevan puhdasta ja juotavaa. Puhdasta veden taustatekijät eivät kuitenkaan ole suoraviivaisia. Ihmiskunta ymmärtää päivä päivältä paremmin sen, että puhdas vesi on harvinaista ja että vedenpuhdistus on meille elintärkeää. Teollinen vedenkulutus vaikuttaa merkittävästi maailman vesitilanteeseen, ja siksi Grundfos keskittyy siihen erityistä huomiota.

Tarkoitus:

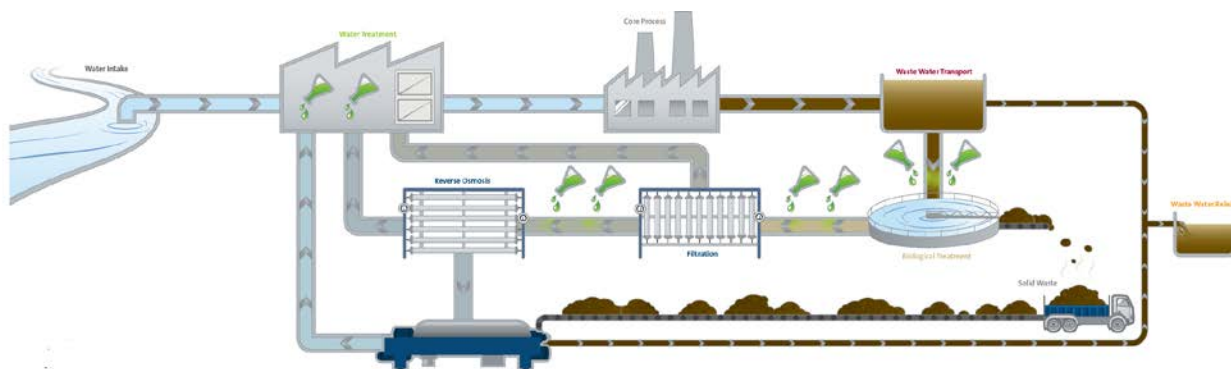
Tämän White Paper -asiakirjan tarkoituksena on esitellä teollista vedenkierrätystä ja kuvailla prosesseja tällä vedenpuhdistuksen osa-alueella. Lisäksi asiakirjassa esitellään Grundfosin tarjontaa ja visioita tulevaisuudesta.

Sisällysluettelo

Johdanto	1
Taustaa	2
Uudelleenkäytön prosessi	2
Jäteveden siirto	2
Biologinen puhdistus.....	2
Jäteveden johtaminen ympäristöön.....	3
Kemiallinen ja mekaaninen puhdistus	3
Konsentraatin käsittely	3
OHJAUSJÄRJESTELMÄT	3
Vedenkierrätys Grundfosin tapaan:	4
Haasteet.....	4
Kemikaalien annostelu esipuhdistuksessa ja vastavirtahuuhtelussa	5
Kurkistus tulevaisuuteen:	6
Yhteenvedo:	7

Taustaa

Teollisuudessa vettä käytetään jäähdytysnesteinä, pesu- ja puhdistusnesteinä ja muissa tehtävissä. Kun käytämme vettä, muutamme sen koostumusta ja samalla sen laatua. Monissa maissa vesi on puhdistettava käytön jälkeen, jotta teolliset aineet eivät pääsisi saastuttamaan veden kiertoa. Yleinen veden käytön ja puhdistuksen kierto esitetään kuvassa 1.



Kuva 1: Veden kierto teollisuudessa

Monet teollisuusyritykset tutkivat veden uudelleenkäytön mahdollisuuksia vähentääkseen veden kulutusta ja saastumista. Siinä kertaalleen käytetty vesi puhdistetaan laadultaan sellaiseksi, että sitä voidaan käyttää joko erilaisissa tukiprosesseissa, kuten jäähdytyksessä, pesussa tai puhdistamisessa, tai jopa sellaiseksi, että sitä voidaan käyttää saman teollisuudenalan ydinprosessissa. Veden saastumisaste ja puhdistusvaiheet vaihtelevat teollisuusaloittain. Kuvassa 2 esitetään yleinen veden uudelleenkäytön prosessi

Uudelleenkäytön prosessi

Prosessi koostuu tavallisesti seuraavista vaiheista:



Kuva 2: Yleinen veden uudelleenkäytön prosessi

Jäteveden siirto

Kun vettä on käytetty eri tavoin teollisuuden prosesseissa tai tukiprosesseissa, se siirretään puhdistuslaitokseen. Grundfosin valikoimasta löytyy erilaisia siirtopumppuja. Käyttökohteeseen soveltuva pumppu valitaan veden kemiallisen koostumuksen ja kiintoainepitoisuuden mukaan. Pumppujen materiaali on valittava veden kemikaalikoostumuksen mukaan. Esimerkiksi jos veden kloridipitoisuus on korkea, oikea valinta on ruostumattomasta teräksestä valmistettu pumppu.

Biologinen puhdistus

Kunnallisten jätevedenpuhdistamojen tapaan myös teollisuuden jätevedettä puhdistetaan biologisella puhdistamismenetelmällä bakteerien avulla. Tämä vaihe kohdistuu typpipitoisuuteen, biologiseen hapenkulutukseen (BOD) ja kemialliseen hapenkulutukseen (COD) typpi- ja fosforipitoisuuksien vähentämiseksi. Joskus tähän vaiheeseen yhdistetään mekaaninen vaihe, jossa kiintoaineet erotetaan vedestä. Membraanibioreaktoreita käytetään esimerkiksi silloin, kun osa vedestä johdetaan takaisin ympäristöön käyttämättä sitä uudelleen.

Jäteveden johtaminen ympäristöön

Kuten edellä on kuvattu, tämän vaiheen jälkeen osa jätevedestä voidaan johtaa ympäristöön paikallisten säännösten mukaisesti. Usein jätevesi johdetaan jokeen tai muuhun pintavesistöön. Joillakin aloilla myös desinfiointivaihe tehdään tässä prosessivaiheessa paikallisen lainsäädännön ja säännösten mukaisesti.

Kemiallinen ja mekaaninen puhdistus

Mikäli jätevesi edellyttää huolellisempaa puhdistusta, seuraava vaihe on kemiallinen tai mekaaninen puhdistus. Tässä vaiheessa säädetään veden pH-arvoa ja vedestä poistetaan kaikki kiintoaineet. Tämän jälkeen vesi on valmista viimeiseen vaiheeseen eli konsentraatin käsittelyyn.

Konsentraatin käsittely

Konsentraatin käsittely on äärimmäisen haastava vedenpuhdistusprosessi. Sen suurimmat haasteet ovat korkea energiankulutus ja korkeat ionipitoisuudet, ja käytettävissä on suhteellisen vähän vettä. Tämä vaihe tehdään usein kiteyttämällä tai käänteisosmoosilla (RO) enintään kolmessa vaiheessa. Käänteisosmoosin haasteet ovat korkea paine ja veden kemiallinen

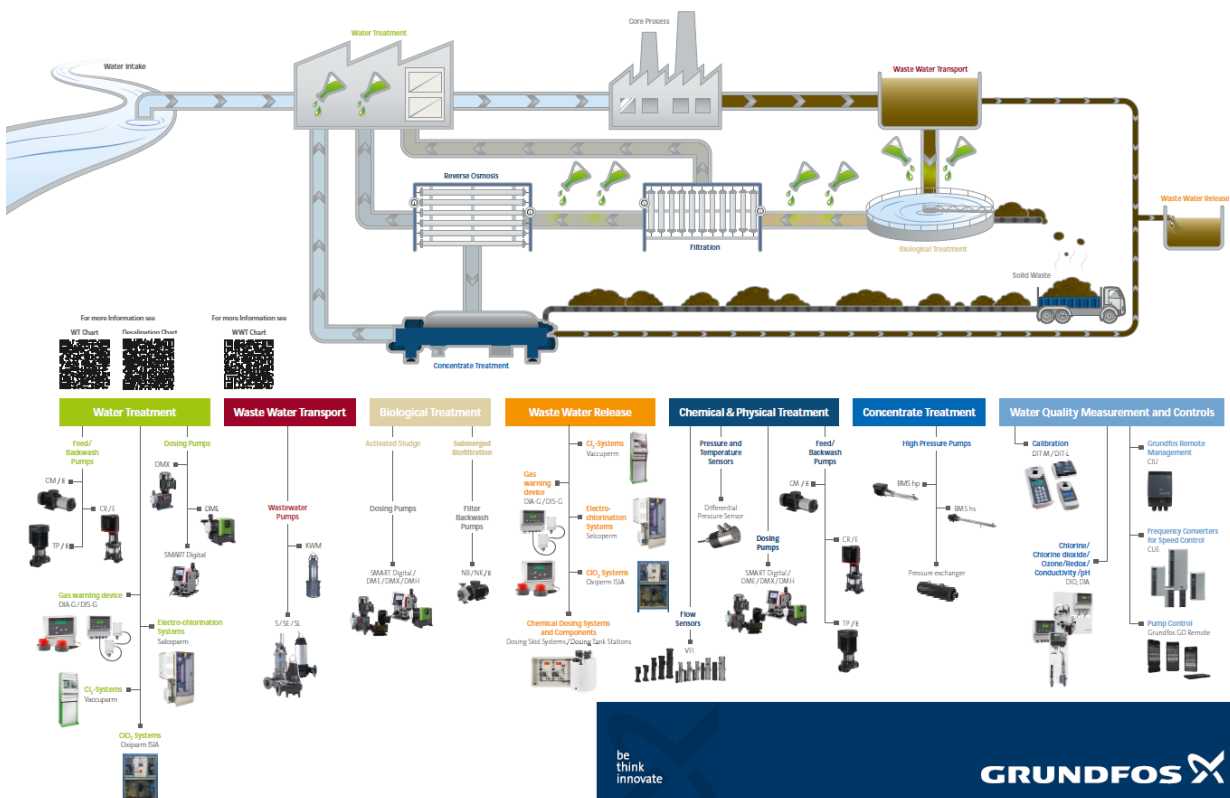
koostumus. Ne voivat kuluttaa niin membraanikalvoja kuin muitakin osia, kuten putkia, venttiilejä ja pumppuja.

Ohjauksjärjestelmät

Luotettavia tuloksia antavia mittaus- ja ohjaustoimintoja tarvitaan prosessin kaikissa vaiheissa. Verkkoyhteydellä mitataan hydraulisia parametreja, kuten lämpötilaa, virtausta ja painetta, tai kemiallisia parametreja, kuten pH:ta, sameutta, johtavuutta ja orgaanisen hiilen kokonaismäärää (TOC). BOD, COD sekä fosfaatti- ja typpiainevuodot ovat jätevesisäännösten kannalta tärkeitä.

Puhdistusprosessin kaikkien laitteistojen on kuuluttava koko prosessin kattavaan ohjauksjärjestelmään. Hyvän puhdistustuloksen takaamiseen käytetään yleensä ohjelmoitavaa logiikkaa (PLC), joka valvoo kaikkia prosessin eri vaiheissa mitattuja signaaleja ja ohjaa prosessia. Tavallisesti käytetään yleisiä tiedonsiirtomenetelmiä, kuten Profibus- ja Ethernet-tekniikkaa. Nykyisin kattava prosessinohjauksjärjestelmä voi sisältää pilviratkaisuja ja automatisoitua etähallintaa. Prosessivaiheet ja niiden edellyttämät pumppuratkaisut esitetään kuvassa 3.

GRUNDFOS PRODUCTS IN INDUSTRIAL WATER REUSE



Grundfos iSOLUTIONS -ratkaisu veden uudelleenkäytössä:

Kuten edellä mainittiin, kemiallinen ja mekaaninen puhdistus ovat veden uudelleenkäytön olennaisia vaiheita. Usein prosessin tärkein vaihe on kiintoaineiden poisto, sillä riittävä esisuodatus on välttämätöntä prosessin seuraavien vaiheiden kestävän ja luotettavan toiminnan kannalta.

Grundfos toimittaa käyttökohteeseesi sopivat pumput ja pumppujärjestelmät, jotka parantavat ultrasuodatusjärjestelmäsi (UF) luotettavuutta ja kustannustehokkuutta sekä takaavat niiden käyttövalmiuden myös kapasiteettitarpeen kasvaessa.

Seuraava luku sisältää yksityiskohtaisemman kuvauksen Grundfos iSOLUTIONS -ratkaisun eduista.

Haasteet

Ultrasuodatussovelluksen suuria haasteita ovat:

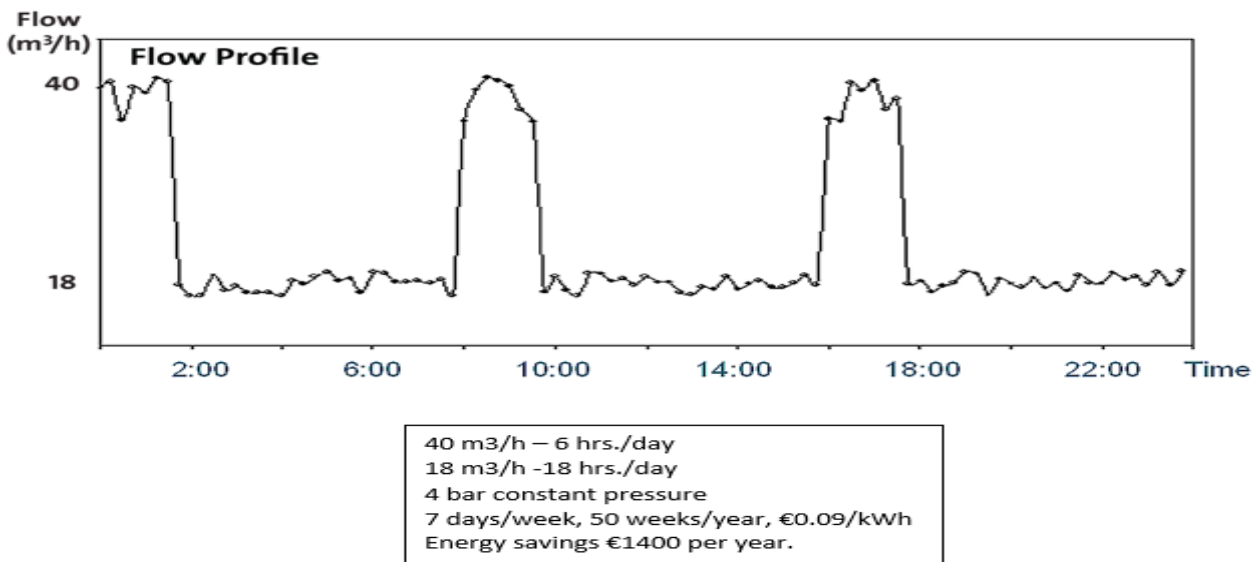
- raakaveden vaihteleva laatu (esim. voimakas sameutuminen)
- puhtaan veden vaihteleva kulutus.

Nämä haasteet on ratkaistava nykyaikaisella järjestelmällä sujuvasti ja luotettavasti. Tarvitaan järjestelmä, johon on helppo integroida osia ja joka antaa nopeasti luotettavaa tietoa veden laadusta. Ratkaisun on pystyttävä käsittelemään virtaaman vaihtelut joustavasti. Samalla prosessin on oltava energiatehokas sekä taloudellinen eikä se saa kuormittaa ympäristöä.

Pumppujärjestelmän on pystyttävä vastaamaan ultrasuodatusjärjestelmän vedensyöttötarpeen vaihteluun. Vaihtelua voi esiintyä runsaasti myös silloin, kun järjestelmä koostuu vakiovirtaamapumpuista. Vaihtelua voivat aiheuttaa kausiluonteisuus, prosessin vaihtelu ja jopa vedenjakelua koskevat rajoitukset. Kun pumppu sisältää oikeanlaisen taajuusmuuttajan, virtaamaa voidaan säätää tuhlaamatta energiaa (kuten esim. kuristusventtiilillä säädettäessä). Lisäksi kalvojärjestelmän vakiopainetta on helppo säätää taajuusmuuttajalla riippumatta vedensyötön tai lähtöpaineen muutoksista (vaihtelusta).

Pumppujen ja moottorien affiniteetilait osoittavat, että energiankulutusta voidaan laskea kolmannekseen alentamalla moottorin nopeutta. Loppukäyttäjät alentavat vakiopumpun virtaamaa yleensä kuristusventtiilin avulla. Tällä tavalla tuhlaetaan paljon energiaa ja rahaa – ja ongelma vain pahenee, kun mitoitusvaiheessa valitaan liian suuret pumput.

Kuristusventtiilit laskevat myös pumpun hyötysuhdetta, joten pumppu kuluttaa enemmän energiaa mutta toimii tehottomammin. Taajuusmuuttajan avulla voit syöttää järjestelmään tarkat virtaama- ja paineasetukset sekä saavuttaa merkittävät säästöt paremman hyötysuhteen ansiosta.



Kuva 1: Ultrasuodatusjärjestelmään kuuluvan pumpun virtaamaprofiili

Esimerkki:

Kiinteällä kierrosluvulla käyvän 7,5 kW:n CR-pumpun suunniteltu tuotto on 40 m³/h, ja pumpu on asennettu 4 baarin järjestelmään. Pumpun ohjaukseen käytetään ajoittain kuristusventtiiliä. Tämä nostaa painetta (lähes 7 baariin) ja heikentää pumpun suorituskykyä sekä virtaama- että tuottokäyrällä. Tässä sovelluksessa CR-pumpun vaatima teho on 5,5 kW.

Kun virtaaman saavuttamiseksi käytetään taajuusmuuttajaa, määritetyt paine- ja virtaama-asetukset saavutetaan. Tarvittava teho laskee 3 kW:iin, jolloin energiassa säästetään jopa 1 400 € vuodessa.

Pumpun ja taajuusmuuttajan sisältämä ratkaisu voi merkittävästi vähentää erilaisten käänteisosmoosi-/ultrasuodatusjärjestelmien ohjaamiseen tarvittavien pumppumallien määrää. Valmistajat voivat keskittyä valmistamaan muutamia pumppukokoja, joista kukin kattaa suuren virtaama-alueen. Tuotantoprosessi selkeytyy, suunnittelutyö kevenee ja kustannussäästöjä saavutetaan. Myös useita järjestelmiä tai tuotantolinjoja omaavien loppukäyttäjien huolto- ja varaosakustannukset pysyvät kurissa.

Jotkut järjestelmien valmistajat toimittavat kalvojärjestelmiä muihin maihin, joissa noudatetaan erilaisia sähkövirtaa koskevia vaatimuksia. Taajuusmuuttaja voi toimia 50 tai 60 hertsin virralla ja pyörittää silti tavallista pumpun moottoria. Kun sähkövirran vaatimukset eivät hankaloita suunnittelua ja lisää kustannuksia, erilaisia kalvojärjestelmiä voidaan toimittaa myös Pohjois-Amerikkaan ja muihin vientimaihin.

Lisäksi älykäs paineenkorotuspumppu käynnistää ja katkaisee virtaaman pehmeämmin. Voimalla virtaava vesi ei pääse lisäämään järjestelmän kalvojen kulumista, toisin kuin joissakin muissa olosuhteissa. Paraskin kalvo tukkeutuu lopulta ja on puhdistettava. Jos kalvo on tukossa, samalla virtaamalla suoritettava vedenpuhdistus edellyttää korkeampaa painetta. Jos kyseessä on järjestelmä, jossa on vakionopeudella käyvä pumppu mutta ei taajuusmuuttajaa, sen tuotto laskee alle permeaattivirtaaman nimellisarvon. Nykyaikaiset taajuusmuuttajat ja pumput kestävät paineenvaihtelut helposti. Siksi pidempikään puhdistusväli ei laske niiden tuotantovirtaamaa, kunhan suodatettu vesi täyttää laatuvaatimukset.

Valitsemalla oikean taajuusmuuttajan ja pumpun loppukäyttäjä voi varautua mahdollisesti tuleviin järjestelmäkehityksiin. Järjestelmää voidaan kehittää esimerkiksi tekemällä muutoksia linjoihin tai prosessin vaiheisiin tai ottamalla käyttöön uusia matalapainekalvoja. Joustavuus laskee tulevien jälkiasennusten hintaa ja mahdollistaa sen, että loppukäyttäjä voi hyödyntää uusia ympäristöystävällisiä ja suorituskykyä parantavia ratkaisuja.

Uudemmissa pumpputuotteissa on integroidut taajuusmuuttajat, jotka on optimoitu toimimaan saumattomasti pumpun moottorin kanssa. Käyttäjä voi valita järjestelmäänsä pumput, joissa on pienempi moottori, optimoitu suorituskyky ja varmat suojaustoiminnot. Loppukäyttäjien kannattaa valita nimenomaan pumpuille tarkoitetut taajuusmuuttajat. Monet markkinoilla olevista taajuusmuuttajista on

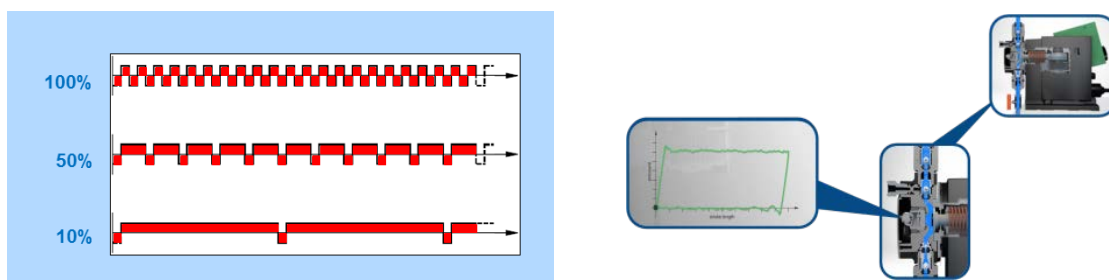
tarkoitettu monille erilaisille moottoreille. Tietylle pumppumallille suunniteltu, yhteensopiva taajuusmuuttaja helpottaa asennusta ja käyttöönottoa sekä parantaa hyötysuhdetta. [1]

Kemikaalien annostelu esikäsitelyssä ja vastavirtahuhtelussa

Ultrasuodatus edellyttää kemiallisten lisäaineiden erittäin tarkkaa annostelua. Grundfosin toimittamiin järjestelmiin asennettujen pumppujen kaltaiset nykyaikaiset digitaaliset annostelupumput annostelevat tarvittavan määrän kemikaaleja hyvin tarkasti.

[Lähde: "How good is the Grundfos SMART Digital DDA FCM really?" University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf - Institute of food technology]

Alla olevassa kaaviossa (kuva 4) näkyy lähes jatkuva annosteluvirtaus, jonka askelmoottorin moottoritekniologia tuottaa pienilläkin nestemäärillä.



Kuva 4: Virtaamanvalvonnan periaate ja annosteluvirtauksen kaavio

Integroitu virtaamanvalvonta ohjaa virtaamaa ja lähettää toteutuvan virtaaman verrattuna asetuspisteeseen.

Lisäksi SMART Digital -tuoteperhe sisältää olemassa olevaan järjestelmään helposti integroitavia pumppuja. Selkeä valikkorakenne ja tekstivalikot sisältävät tarvittavat tiedot pumpun tilasta sekä helpottavat käyttäjien työtä.

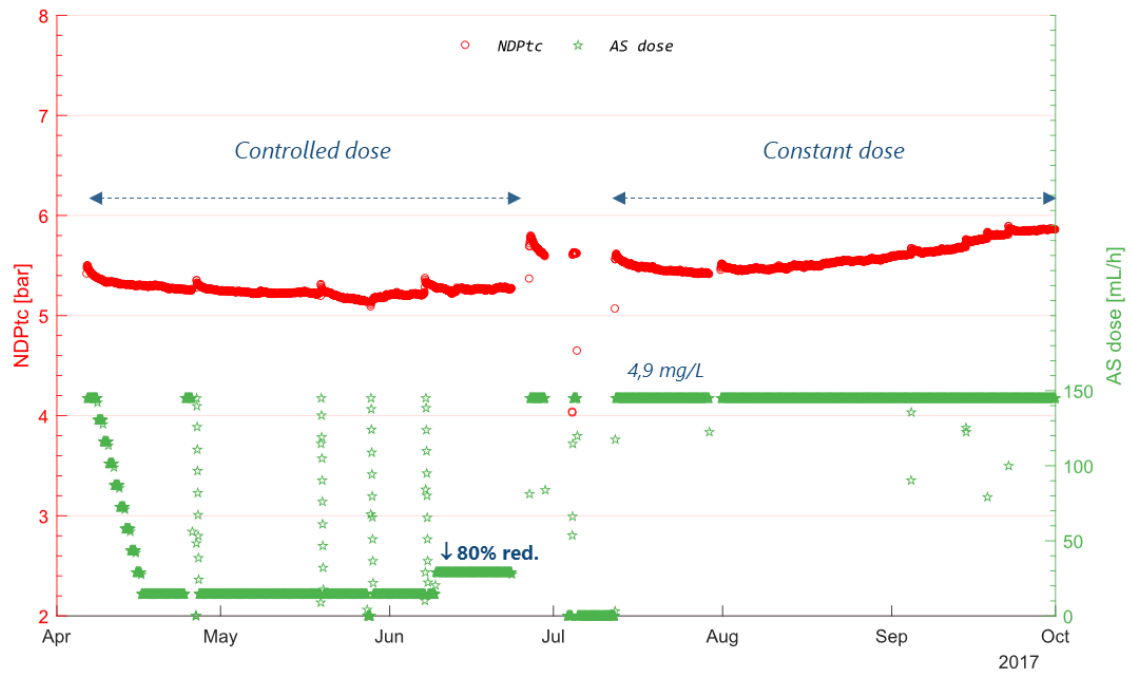
Käytössä on kätevä tiedonsiirtoyhteys järjestelmään integroituun pumppuun. E-Box-tiedonsiirtoliitännällä kytketty pumppujärjestelmä sisältää kattavat tiedonsiirtomahdollisuudet, joilla se voi olla yhteydessä ohjelmoitavaan logiikkaan. [2]

Kurkistus tulevaisuuteen:

Digitalisaatiota, yhteenkytkettyjä järjestelmiä, big dataa ja autonomista tuotantoa käsitellään maailmanlaajuisesti yritysten johtokunnissa. Vedenpuhdistusalalla neljäs teollinen vallankumous tulee vaikuttamaan tapoihin, joilla puhdistamme vettä ja joilla käsittelemme ja käytämme tietoa tulevaisuudessa. Tässä luvussa esitellään mahdollisuuksia, joita yhteenkytketyt järjestelmät sekä tiedon ja algoritmien innovatiivinen käyttö tuovat käänteisosmoosijärjestelmistä saatavan tiedon esittämiseen sekä kalkinestoaineen käytön optimointiin käänteisosmoosijärjestelmissä.

Smart RO analysoi käänteisosmoosijärjestelmän tavallisista antureista saatavaa tietoa (paine, lämpötila ja johtavuus). Anturit valvovat järjestelmän toimintaa ja reagoivat kalvojen suorituskyvyn muutoksiin. Anturien tiedot voidaan lähettää ja tallentaa joko annostelupumppuun tai pilvipalvelimelle, ja molemmissa kohteissa voidaan tarvittaessa säilyttää (paikallisia tai aiempia) tietoja. Smart RO:ssa on kaksi pääominaisuutta: 1) reaaliaikainen tietojenkäsittely ja visualisointi sekä 2) tekoäly, joka päättää kalkinestoaineen annostelusta. Smart RO:ta käytetään Smart Digital -annostelupumpun päivitettyssä versiossa. [3]

Ensimmäiset tulokset (kuva 2) kenttä- ja pilottikokeista ovat osoittautuneet riittäviksi, ja testit asiakkaiden aidoilla järjestelmillä ovat käynnissä.



Kuva 2: Vertailu Smart RO:lla varustetun järjestelmän (ohjattu annostelu) ja ilman Smart RO:ta toimivan järjestelmän (vakioannostelu) välillä

Yhteenveto:

Tämä White Paper -asiakirja sisältää laajan kuvauksen vedenkierrätysprosessista. Toivottavasti löysit asiakirjasta vastauksia joihinkin kysymyksiisi. Kattavassa aihepiirissä riittää aina uutta opittavaa. Vettä käytetään eri tavoin eri teollisuudenaloilla. Grundfos kehittää vedenpuhdistuksen ja teollisen veden uudelleenkäytön sovelluksiin optimoituja ratkaisuja, joissa hyödynnetään älykkäitä pumppuja ja pumppuratkaisuja.

Veden niukkuus tekee vedenkierrätyksestä entistäkin tärkeämpää. Vedenpuhdistusprosesseilla on osansa planeettamme turvallisen ja vakaan tulevaisuuden varmistamisessa.

Lähteet:

[1] Harland Pond: Using pump Variable Speed Drive Solutions in Membrane Filtration

[2] *"How good is the Grundfos SMART Digital DDA FCM really? Comparative study of dosing precision and accuracy between SMART Digital DDA and the mechanical dosing pump DMI"* University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf - Institute of food technology

[3] Optimization of RO Systems through Digitalization, Connectivity and SMART Algorithms; Marco Witte, Dr. Carsten Persner, Victor Augusto Yangali-Quintanilla, MSc, PhD,