

## **PROSESSIVEDET**

PROSTEK 2019

Oskari Frösén

October 3, 2019



---

# PROSESSIVEDET SELLU JA PAPERITEOLLISUUDESSA

## Sisällysluettelo

- VEDENKÄYTÖN MÄÄRÄT JA TAVOITTEET
- MITÄ OVAT PROSESSIVEDET?
- VESIJAKEET
- VESITASE
- PROSESSIVESIEN TÄRKEITÄ LAATUPARAMETREJÄ
- VESIEN LAATUVAATIMUKSET
- RAAKAVEDENPUHDISTUKSEN VAIHEET
- SULJETTU JÄÄHDYTYSVESIKIERTO
- VESIEN KIERRÄTYS
- MEKAANINEN PUHDISTUS
- KEMIMEKAANINEN PUHDISTUS
- SUOLANPOISTO JA TÄYSSUOLANPOISTO

# VEDENKÄYTÖN MÄÄRÄT JA TAVOITTEET

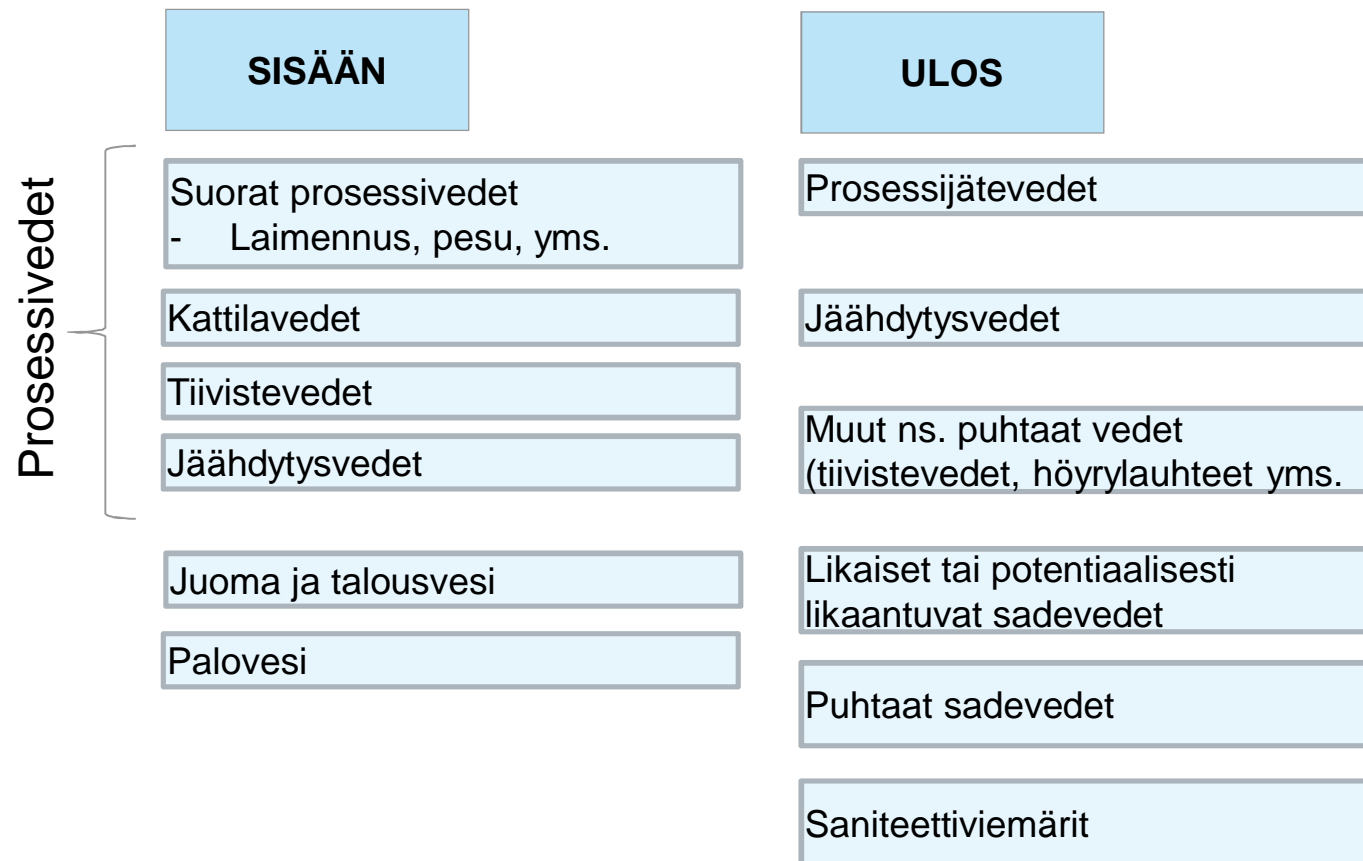
## Sellu ja paperiteollisuudessa vedenkäyttö on suurta

- Veden käyttö selluteollisuudessa
  - Prosessivedet 15 - 40 m<sup>3</sup>/Adt
  - Jäähdytysvedet > 80m<sup>3</sup>/Adt
  - Vedenotto 1 - 6 m<sup>3</sup>/s
- Veden käyttö paperiteollisuudessa
  - Prosessivedet 5 - 15 m<sup>3</sup>/t
  - Jäähdytysvedet 10 – 25 m<sup>3</sup>/t
- Vedenkäyttötavoitteet ovat tiukentuneet vuosi vuodelta, joskin paperiteollisuudessa kaikista tiukimmista tavoitteista ollaan tultu takaisinpäin
- Hyvällä suunnittelulla ja prosessivesien puhtaudella voidaan vähentää ongelmia prosesseissa, laitteistoissa ja tuotteissa sekä säästämään prosessihyödykkeitä



# MITÄ OVAT PROSESSIVEDET?

Teollisuudessa käytetään useita vesilaatuja

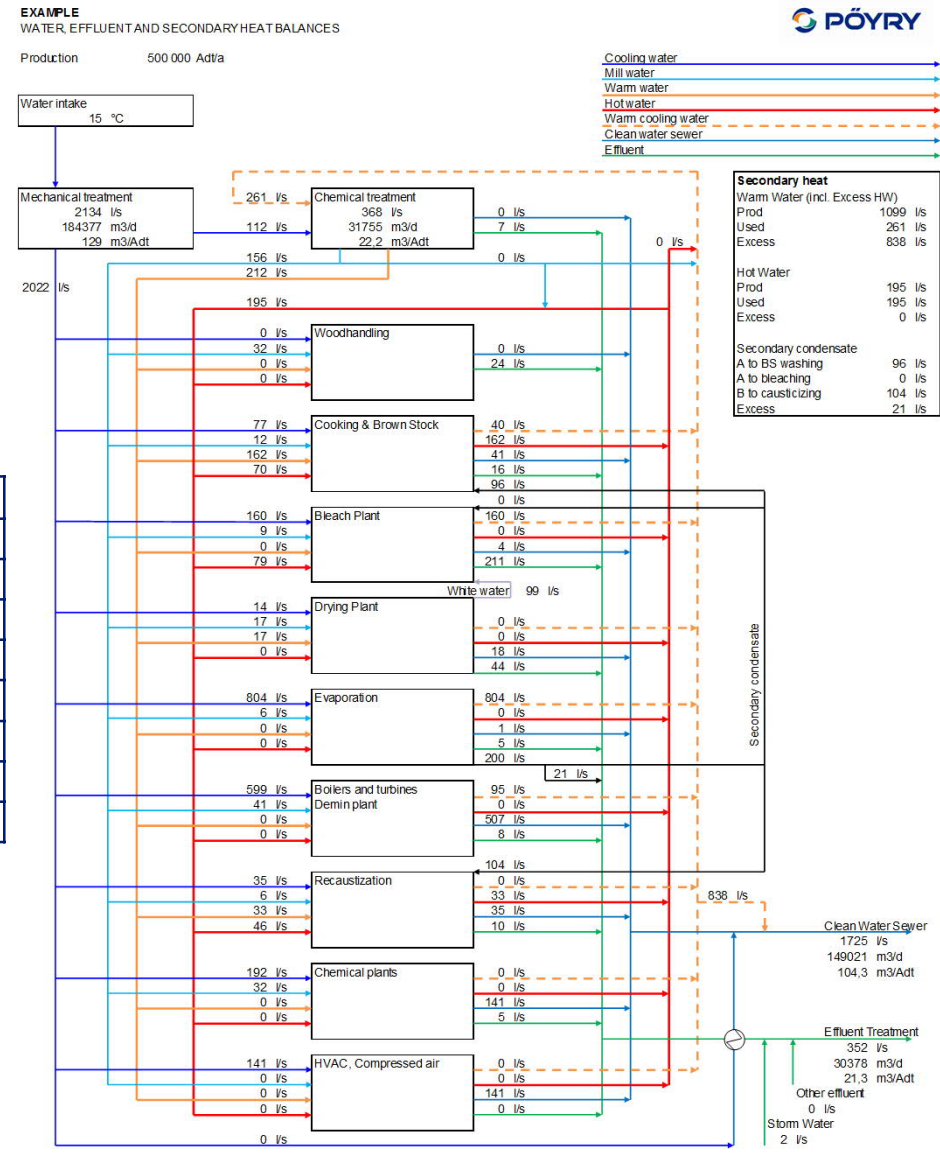


# VESIJAKEET JA TASE

- Vesijakeille erilliset jakeluverkot
  - Säästää vedenhankinnan ja –valmistuksen kustannuksia
  - Suuremmat jakeluverkoston putki- ja tankki kustannukset
- Vesitase-laskennalla voidaan arvioida päävesijakeitten virtausmäärät
- Vedenkäyttö tyypillisessä sellutehtaassa

	m <sup>3</sup> /ADt	KemPu	Kuumav.	SekLa	Tiivistev.	Jäähd.
Puunkäsittely	2	0	0	0	0	0
Kuitulinja	9 -14	6 -9	5 -7	1	10-15	
Talteenotto	2-5	1 -3	3 -7	0.5	35 -70	
Lauhdeturbiini	-	-	-	-	0 - 60	
Kemikaalit	2	0	0	0.1	12-15	
Apuosastot	0-1	0-1	0	0	9 -10	
SUMMA	15-24	7-12	10 -12	1.5 -2.0	80-163	

- Virtoihin vaikuttaa paljon esim. Jäähdytysveden lämpötila, käytetty kuitulinjan pesuprosessi, sekundääri-lämmön hyödyntäminen yms.



---

# PROSESSIVESIEN TÄRKEITÄ LAATUPARAMETREJÄ

- **Kiintoaines (TSS)**

- Aiheuttaa sakkautumia, tukoksia ja kulumista laitteistossa sekä likajäämiä lopputuotteissa
- Laskeutus, sivilöinti/suodatus tai flotaatio

- **Kovuus, alkaliniteetti, pH**

- Aiheuttaa saostumia ja/tai edistää korroosiota
- Suomessa pintavedet suhteellisen pehmeitä ja vähäsuolaisia -> Kovuutta ei yleensä tarvitse poistaa
- Alkaliniteetti puskuroi pH vaihteluita ja estää korroosiota
- Saostus, ioninvaihto, kalvosuodatus, kemikalointi

- **Orgaaniset aineet**

- Mitataan COD:nä, TOC:na tai  $\text{KMnO}_4$ -lukuna
  - Huom.  $\text{COD}_{\text{CR}} = 1 - 4 \times \text{COD}_{\text{Mn}}$
- Tuotteen väri-, maku- ja hajuongelmat, mikrobikasvustoa prosesseissa, valkaisukemikaalien kulutus
- Puhdistus lähinnä kemiallisella sasostuksella

---

# PROSESSIVESIEN LAATUPARAMETREJÄ, JATKUU

- **Metalli-ionit**

- Rauta ja mangaani aiheuttaa väri-, maku- ja hajuongelmia
- Saostus hapettamalla, suodatus

- **Johtokyky, TDS, liuenneet suolat**

- Suolanpoisto (desalination) vs. täyssuolanpoisto (demineralization)
- Korroosio, ajettavuusongelmat
- Tyypillisesti puhdistus ainoastaan kattilavesissä ja liukosellun pesuvesistä
- Ioninvaihto, käänteisosmoosi, haihdutus

- **Bakteerit, virukset, limoittuminen**

- Desinfiointi: UV-valo, otsoni, kloori ja bromiyhdisteet
- Tuotteen laatuongelmat, saostumat, hajut, terveysriskit
- Suljetuissa ja lämpöisissä vesisysteemeissä legionella riski

## VESIEN LAATUVAATIMUKSET

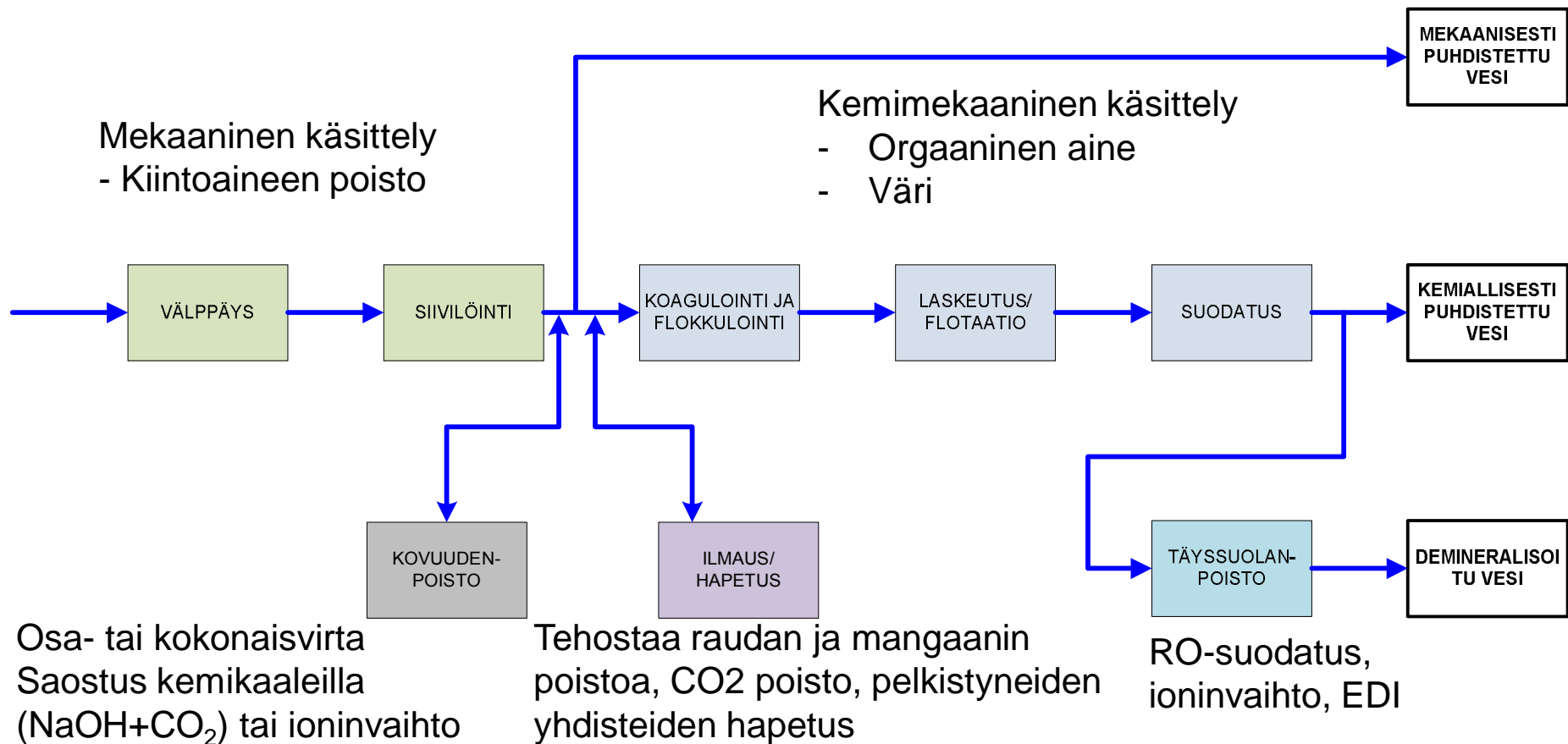
Prosessivesien laatuvaatimuksia, eräitä parametrejä esimerkkinä

Parametrit	Unit	Valkaise- maton paperi/sellu	Valkaistu Paperi/sellu	Kattilavesi
TSS	mg/l	< 1	< 1	-
COD <sub>Mn</sub>	mg/l	-	< 5	-
Kokonaiskovuus	mg/l as CaCO <sub>3</sub>	< 200	< 100	< 0.2
Rauta, Fe	mg/l	<1.0	< 0.1	< 0.005
Mangaani, Mn	mg/l	<0.5	< 0.05	-
Silikaatti, SiO <sub>2</sub>	mg/l	< 100	< 10	< 0.005
Kloridit, Cl <sup>-</sup>	mg/l	< 200	< 30	< 0.003



# RAAKAVEDENPUHDISTUKSEN VAIHEET

Tyypillinen raakavedenpuhdistus sisältää mekaanisen ja kemiallisen puhdistuksen

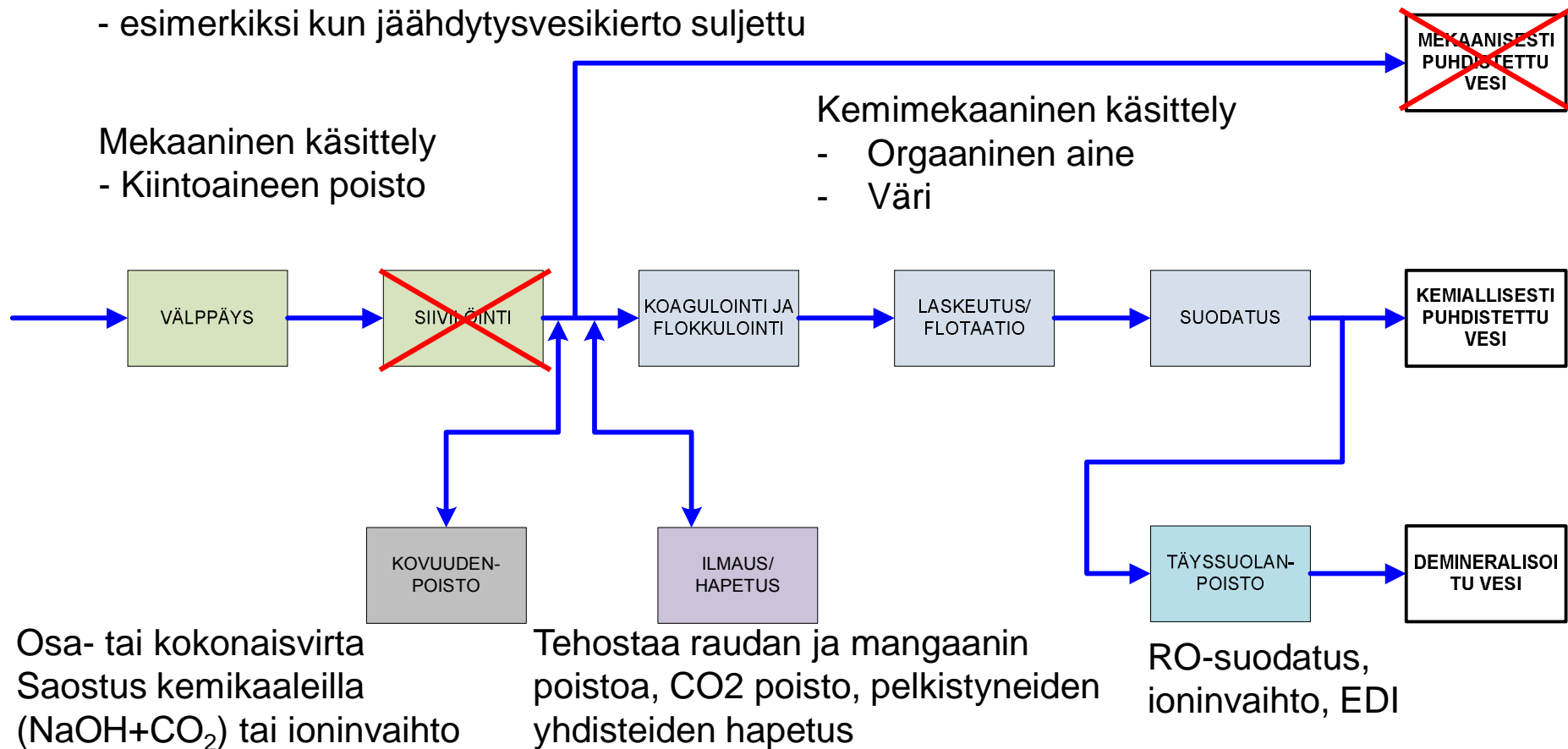


# RAAKAVEDENPUHDISTUKSEN VAIHEET

## Tyypillinen raakavedenpuhdistus sisältää mekaanisen ja kemiallisen puhdistuksen

Mikäli mekaanisesti puhdistettua vettä ei tarvita, ylimääräinen kiintoaine voidaan poistaa kemimekaanisessa käsittelyssä

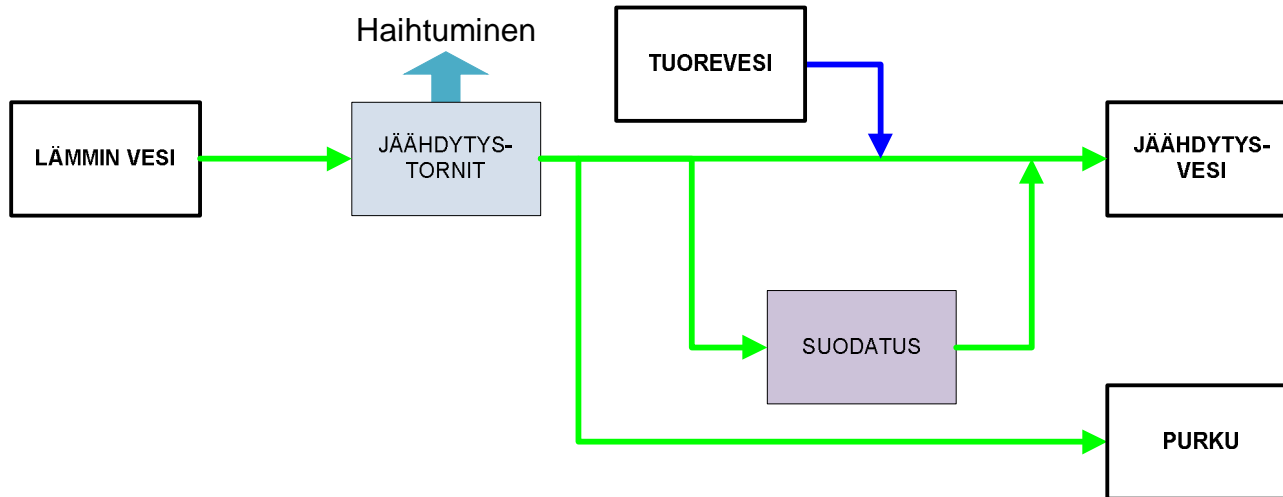
- > Erillistä mikrosiivilöintiä ei välttämättä tarvita
- esimerkiksi kun jäähdytysvesikierto suljettu



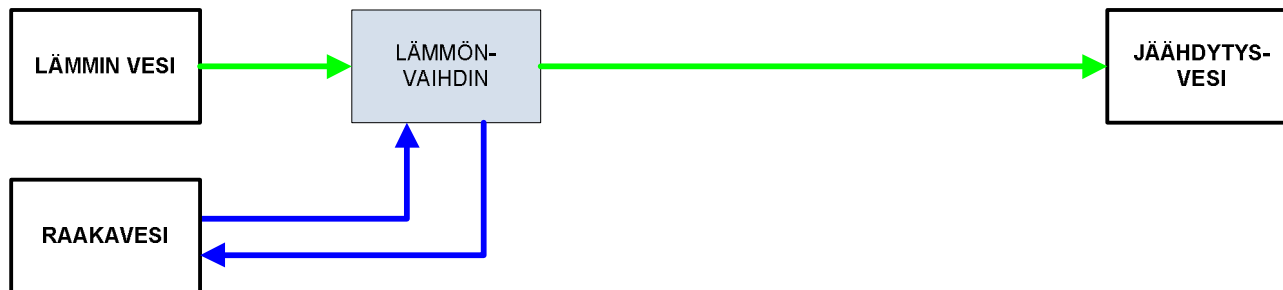
# SULJETTU JÄÄHDYTYSVESIKIERTO

**Voidaan toteuttaa jäähdytystorneilla tai erillisellä lämmönvaihtimella**

Konsentroitumisen estämiseksi jäähdytystornien vesikiertoa täytyy avata  
Tuorevedenpumppaus ja lämpimän veden purku vähenee



Erillisillä lämmönvaihtimilla toteutettu suljettu piiri voi olla kannattavaa  
esimerkiksi jos jäähdytysvetenä käytetään merivettä



---

# VESIEN KIRRÄTYS

## Vesien kierrätykseen kiinnitetään enemmän ja enemmän huomiota

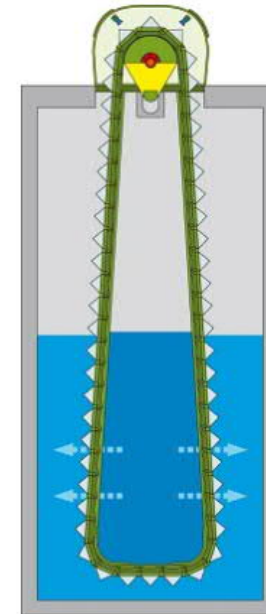
- Tavoitteena veden- ja prosessihyödykkeiden säästö (lämpö, pH:n säätö...) sekä päästöjen hallinta.
- Tyypilliset kierrätyskohteet:
  - Pesujen suodokset
    - Vastavirtapesu, nollaveden käyttö, alkalisuodosten kierrätys
  - Lauhteet
    - Puhtaat ja sekundäärilauhteet
  - Sekundäärilämmön talteenotto
    - Lämpöiset ja kuumat vedet
  - Tiivistevedet
  - Jäähdytystornien purkuvedet
  - Kalvosuodatuksen rejekti
  - Puhdistettu jätevesi

# MEKAANINEN PUHDISTUS

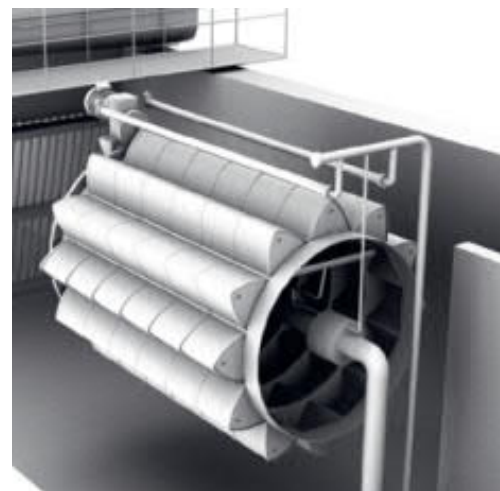
- Välppäys ennen raakavesipumppausta
  - Karkean aineen poisto
- Siivilöinti
  - 50-200  $\mu\text{m}$
  - Ketjusiivilä
  - Rumpusuodin
  - Painesiivilä
- Suodatus
  - Jopa 1-10  $\mu\text{m}$
  - Hiekkasuodin
  - Patruunasuodin
  - Precoatsuodatus



Automaattinen painesuodin (Hydac)



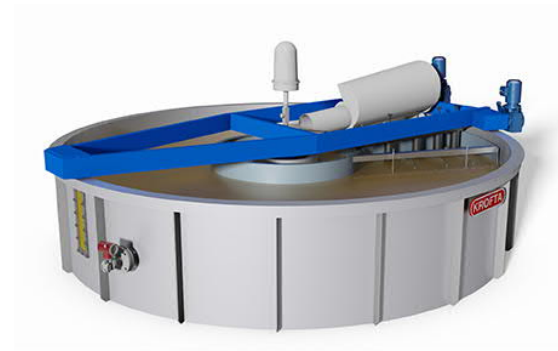
Ketjukurisuodin (Aqseptence)



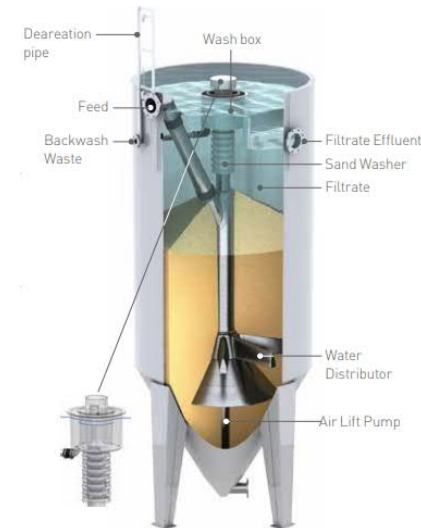
Rumpukurisuodin (Flootech)

# KEMIMEKAANINEN PUHDISTUS

- Hyvä koagulointi ja flokkulointi edellytyksenä hyvälle puhdistustulokselle ja tehokkaalle kemikaalien käytölle
  - Lämpötila, viipymä, pH
- Flokkien poisto
  - Selkeytys
  - Flotaatio
  - Suodatus
- Flotaation ja selkeytyksen jälkeen vesi yleensä vielä suodatetaan
- Erityistapauksissa orgaanisen aineen puhdistusta voidaan tehostaa esim. aktiivihilisuodatuksella



Flotaatioallas (Krofta)



Dynasand (Nordic waters)

# SUOLANPOISTO JA TÄYSSUOLANPOISTO

- Suolan ja muiden haitta-aineiden tehokas poistaminen
  - Kattilaveden valmistus
  - Vesien kierrätys
  - Muut vaativat kohteet
- Ioninvaihto
  - Kationi/anioni vaihtimet
  - Jälkikäsittely sekavaihtimella
  - NaCl regeneroitavia vaihtimia käytetään vedenpehmentiminä
- Kalvosuodatus
  - RO suodatus täyssuolanpoistossa
  - NF ja UF poistaa vähän suurempia yhdisteitä, viruksia ja mikrobeja
  - Sekavaihdin tai EDI loppukäsittelynä kattilaveden valmistuksessa
- Haihdutus
  - Käytetään suuria TDS-määriä sisältäville jakeille



RO-puhdistamo (DuPont)



Pakotetun kierron haihdutus  
(France Evaporation)

---

## YHTEENVETO

- Sellu ja paperiteollisuus ovat suuria vedenkäyttäjiä. Vedenkäytöllä on iso merkitys
- Vesijakeet pyritään pitämään erillään
  - Auttaa hallitsemaan veden käyttöä ja kustannuksia
- Vedenkäyttö, -kierrätys ja puhdistusvaatimukset ovat tiukentuneet ja tiukkenevat edelleen
  - Vedenkäsittelytekniikat ja kemikaalit kehittyvät
  - Lisäpuhdistusvaiheita prosessivesille

Oskari Frösén

Industrial Water & Effluent Technology

Pöyry Finland Oy

[oskari.frosen@poyry.com](mailto:oskari.frosen@poyry.com)

puh: +358 50 575 8478