

# Betonikorroosio vesihuollon allasrakenteissa

Syyt, seuraukset ja ratkaisut

# Sisältö

1 Työn tausta

---

2 Tavoitteet ja toteutus

---

3 Tärkeimmät tulokset

---

4 Johtopäätökset ja suositukset

---

# Miksi prosessialtaiden korroosiota kannattaa tutkia?

- Allaskorroosion taustalla olevia mekanismeja on tutkittu vain vähän
  - Tutkimus keskittynyt verkostokorroosioon<sup>1</sup>
  - Osalla puhdistamoista esiintynyt nopeasti etenevää korroosiota <sup>2,3,4,5</sup>
- Vaihtelevien puhdistusprosessien huomioiminen suunnittelussa
  - Puhdistusvaatimuksien muutokset, biologinen käsittely, saostuskemikaalit, jne.
  - Betonin rasitusluokkayhdistelmät ja betonituotteiden soveltuvuus
- Betonirakenteiden käyttöiän maksimointi
  - Voimakas korrosio johtaa ylimääräisiin huoltokatkoihin ja saneeraustarpeisiin
  - Ylimääräiset kustannukset

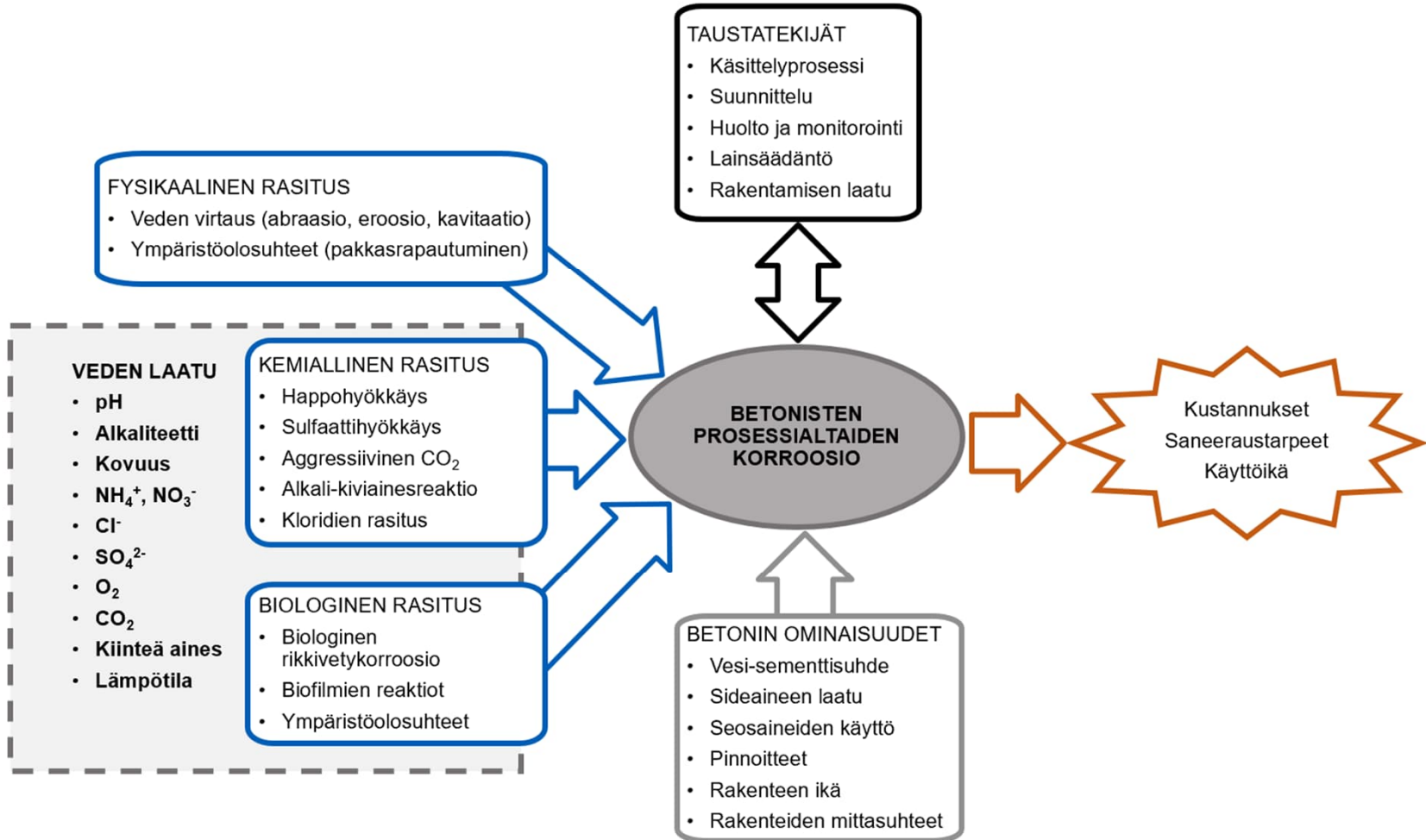
# Toteutus ja yhteistyötahot

- **RIL Vesitekniikka tekniikkaryhmän tutkimushanke:**  
Diplomityö Aalto-yliopistossa käynnistyi syksyllä 2022
- **Yhteistyö Vesi- ja ympäristötekniikan ja Betonitekniikan tutkimusryhmien välillä**  
Valvoja prof. Anna Mikola, ohjaajat prof. Jouni Punkki ja TkT Risto Mannonen
- **Mukana olleet vesilaitokset:**
  - Turun seudun puhdistamo Oy
  - HSY
  - HS-vesi
  - Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy
  - Vaasan vesi
- **VVY:n kehittämisrahaston hanke**

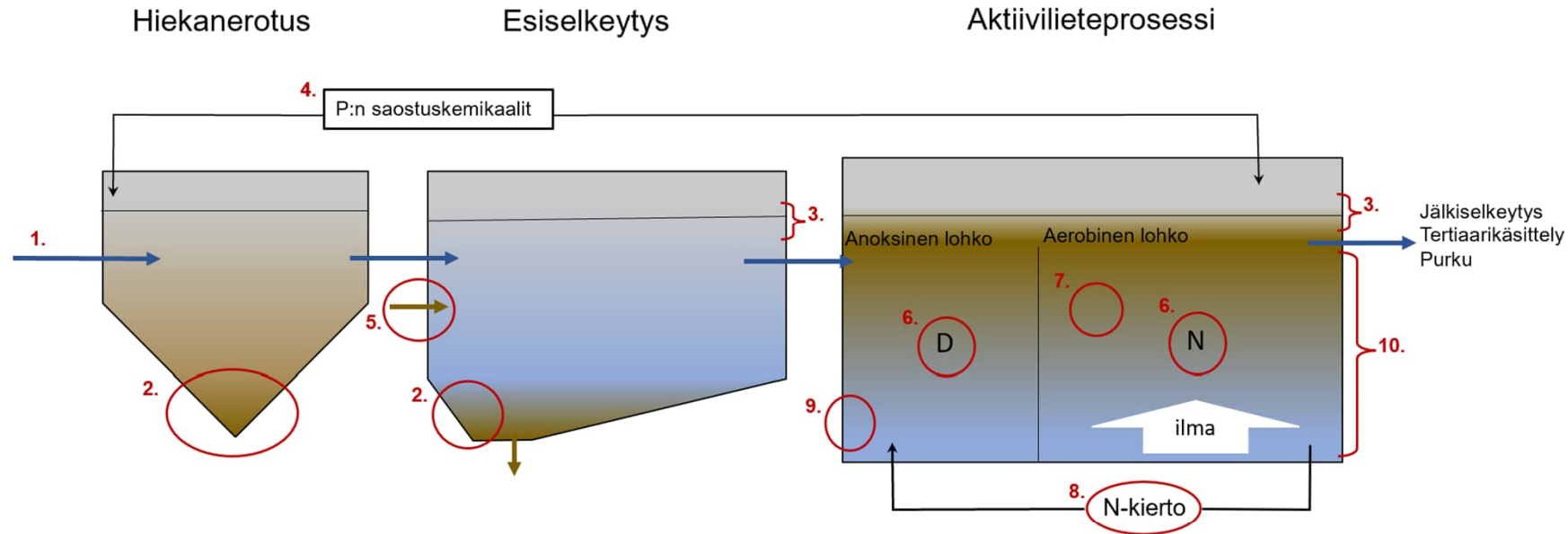
# Hankkeen tavoitteet

1. Selvitettiin vedenkäsittelyprosessien, veden laadun ja betonin ominaisuuksien yhteyksiä allasrakenteisiin kohdistuvaan rasitukseen
2. Tutkittiin millaisia korroosion merkkejä puhdistamoiden prosessialtaissa esiintyy
3. Selvitettiin ovatko nykyiset suunnitteluohjeet ajantasaisia

→ Kirjallisuuskatsaus, haastattelut ja puhdistamovierailut



# Esimerkkejä rasituksesta



1. Saapuvan veden laatu voi altistaa etenkin biologisille ja kemiallisille korroosiomekanismeille.
2. Veden virtaus ja partikkelit voivat aiheuttaa betonin abraasiota, eroosiota ja nopeuttaa korroosion etenemistä. Liete voi myös sisältää betonia kuluttavia happoja.
3. Abraasion, eroosion ja biologisen korroosion vaikutukset näkyvät usein voimakkaimpina kastumis-kuivumissykleille altistuvalla roiskevyöhykkeellä.
4. Saostuskemikaalien käyttö vaikuttaa veden alkaliteettiin ja pH-arvoon.
5. Lietteenkäsittelyn rejektien johto takaisin prosessiin vaikuttaa veden laatuun.
6. Typenpoistoon liittyvät denitrifikaatio ja nitrifikaatio voivat vaikuttaa veden laatuun, esimerkiksi alkaliteettiin ja pH-arvoon.
7. Veden muuttuva laatu voi vaikuttaa prosessioloihin sekä veden laatuun.
8. Typen kierto voi vaikuttaa veden laatuun laimentavasti ja konsentroivasti.
9. Mikrobiologiset prosessit biofilmeissä voivat rasittaa betonia. Biofilmi voi myös suojata kemialliselta ja mekaaniselta rasitukselta.
10. Altaan syvyys voi vaikuttaa kaasumaisten aineiden liukoisuuteen.

# Tärkeimmät tulokset

## 1. Puhdistamoympäristö on aina aggressiivinen betonille

- Esim. sulfaatinkestävän betonin käyttö ei tuo suojaa muuta rasiusta vastaan ja vahvat hapot kuluttavat betonia rasiusluokasta huolimatta
- Ehkäisy prosessiolojen hallinnalla, pinnoitteiden käyttö mahdollista

## 2. Korroosiomekanismit ovat moninaisia

- Lisätutkimusta tarvitaan
- Moniammatillinen yhteistyö tärkeää ja hyvien tuloksien edellytys

## 3. Jako uusiin ja vanhoihin rakenteisiin

- Vanhat rakenteet ovat olleet kestäviä, suuri osa kuitenkin käyttöikänsä lopulla
- Uusien rakenteiden ongelmat kiinnostavia

## 4. Betonilaatu tulee valita toteutuvan rasiuksen mukaan

- Veden laatu ja olosuhteet tulee huomioida valinnoissa



# Jatkotutkimuksen aiheet ja suositukset

## Allaskorroosion kartoitus kattavammaksi

- Tapausesimerkkeihin perehtyminen
- Erityisesti Suomessa (ja Pohjoismaissa)
- Puhdistamoilla korroosion monitorointi ja raportointi

## Suunnitteluohjeiden päivitys

- Tarve kattavalle oppaalle
- Monialainen yhteistyö
- Tulisi huomioida muutokset (puhdistusvaatimukset, rakentamisen hiilipäästöt)

## Prosessiolojen tuntemus

- Jatkuvat mittaukset hetkellisten konsentraatioiden selvittämiseksi
- Korroosion kannalta oleellisten parametrien mittaust (esim. aggressiivinen CO<sub>2</sub>, biofilmien tutkimus)

## Tutkimus

- Kohdistaminen etenkin uusiin rakenteisiin
- Sideaineiden sopivuus

## Korroosion ehkäisykeinot

- Prosessiolojen hallinta
- Tutut yhteistyökumppanit
- Spesifien olosuhteiden huomioiminen jo suunnittelussa
- Altain pinoittaminen
- Monitorointi ja säännöllinen huolto

# Kirjallisuutta

1. Anwar A., Liu X., Zhang L. (2022). Biogenic corrosion of cementitious composite in wastewater sewerage system – A review. *Process Safety and Environmental Protection*, 165, 545–585. doi.org/10.1016/j.psep.2022.07.030
2. Bischof S., Bühlmann B., Hangartner W., Huggenberger U., Lunk P., Leemann A., Mühlethaler U., Strahm K., Von Schulthess R., Widmer H. (2010). Concrete erosion in biological ponds treatment plants. *Cahier technique*, 01, Suisse: Cemsuisse.
3. Lewi J., Gueguen-Minerbe M., Mailler R., Peyre Lavigne M., Nour I., Meche P., Azimi S., Rocher V., Chaussadent T. (2020). Deterioration of cementitious materials in the nitrification structures of wastewater treatment plants. *Matériaux & Techniques*, 108, 306.
4. Valtari, M. (2020). Concrete corrosion in Kakolanmäki WWTP. Study Report. Espoo: Aalto University.
5. Woyciechowski P., Łukowski P., Szmigiera E., Adamczewski G., Chilmon K., Spodzieja S. (2021). Concrete corrosion in a wastewater treatment plant – A comprehensive case study, *Construction and Building Materials*, 303, 124388. doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124388.

