

WWDData

Vesilaitosten digitalisointia - Jätevesiverkoston datan hallinta ja innovatiiviset sovellukset

Tiedon mallintaminen; pilvipalvelut ja rajapinnat sekä avoin data (WP4) - Loppuraportti

Oulun yliopisto
Heidi Hietala (M3S)



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Tiivistelmä

Jätevesiverkostosta kerätään jo nykyisellään paljon dataa, mutta sitä ei vielä hyödynnetä täysimääräisesti. Datan siirtäminen eri järjestelmistä esimerkiksi pilvipalveluihin lisää datan hyödyntämisen mahdollisuuksia. Datan yhdistämiseen ja analysointiin on kuitenkin valtavasti erilaisia vaihtoehtoja. Koska selkeää vesilaitosten yhteistä tavoitetilaa ei WWData projektissa ole tunnistettu ja eri laitosten lähtökohdat eroavat suuresti toisistaan, on jokaisen laitoksen pohdittava itse mitä valintoja he tekevät datan yhdistämiseen ja analysointiin liittyen.

Tämän dokumentin tarkoitus on tarkastella datan varastointiin, yhdistämiseen ja analytiikkaan liittyviä näkökohtia liittyen pumppaamodataan, sensoridataan (gravitaatiioviemäri virtaama) ja avoimeen dataan (sadanta). Näiden data-aineistojen yhdistäminen ja analysointi vaatii datan siirtämistä/keräämistä esimerkiksi keskitettyyn tietovarastoon tai pilvipalveluihin. Datan säilytysratkaisuja valittaessa tulee varautua datamäärien huomattavaan kasvuun tulevaisuudessa, etenkin IoT. Tällöin valittujen ratkaisujen tulee kyetä vastaanottamaan ja varastoimaan sekä strukturoitua että strukturoimatonta dataa. Nykyaikaiset analytiikkaohjelmistot kykenevät keräämään ja analysoimaan dataa useista eri lähteistä. Kun laitokset pohtivat ratkaisujen laajentamista yhdistämällä mukaan myös muita data-aineistoja, on hyvä selvittää, onko tietoja mahdollista lukea suoraan eri lähdejärjestelmistä tai tietokannoista, ilman tiedon siirtoa tietovarastoon tai pilvialustalle.

Digitalisaatio muovaa vahvasti vesilaitosten toimintaympäristöä, eikä kehityksen ulkopuolelle jättäytyminen ole pitkällä tähtäimellä mahdollista. WWData projektissa on havaittu, että kehitystä hidastavat resurssien, osaamisen ja selkeiden tavoitteiden puute. Jotta valitut ICT-ratkaisut olisivat laitoksen tarpeita laajasti palvelevia, tulee laitosten osata vaatia yhteensopivia ratkaisuja. Tätä varten tarvitaan uudenlaista osaamista sekä innovatiivisuutta.

On hyvä huomata, että tulevaisuuden kehityksen kulkuun on mahdollista vaikuttaa aktiivisella toiminnalla. Toisaalta tulevaisuutta muovaavat myös asiat, joita ei tehdä. Vaihtoehtoisia tulevaisuuksia on paljon. Laitokset voivat itse päättää jatkuuko autonominen kehitys vai lisätäänkö eri yhtystymuotoja tietoisesti ja tarkoituksen mukaisesti. Mahdollista on myös yhdistää laajemmin vesilaitosten resursseja yhteisen alustaekosysteemin kehittämiseen. Yhteistyön lisääminen mahdollistaisi digitalisaatiosta saatavat hyödyt laajemmalle joukolla laitoksia ja edesauttaisi myös yhtenäisten, laitoksia laajemmin palvelevien ratkaisujen kehittämisessä sekä osaamisen lisäämisessä. Riippumatta valitusta kehityspolusta, ICT- ja analytiikkaosaamisen sekä innovatiivisuuden lisääminen on tarpeellista. Laitosten tulee vahvistaa koko henkilötön kyvykkyyttä ja mahdollisuuksia oppia ja tutkia uusia vaihtoehtoja ja innovoida. Tämä tarkoittaa uudenlaisen innovatiivisen kulttuurin luomista, missä annetaan tilaa kokeiluille ja kehittämisideoille, mutta toisaalta hyväksytään se, etteivät kaikki kokeilut johda onnistuneisiin lopputuloksiin. Vaikka WWData projekti keskittyy jätevesiverkoston tiedonhallintaan, se ei ole erillinen osa laitoksen tiedonhallinnasta tai digitalisaatiosta. Tämän vuoksi tässä dokumentissa on käsitelty digitaalista kehitystä myös laajemmasta näkökulmasta.



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Sisällys

Tiivistelmä.....	2
1. Johdanto.....	4
1.1 Tarkoitus ja kattavuus	4
1.2 Kohderyhmä	5
1.3 Määritelmät ja lyhenteet	5
2. Ratkaisujen yleiskuvaus.....	6
2.1 Sovellusalueen kuvaus	6
2.2 Sidosryhmät ja käyttäjät	7
2.2 Ratkaisujen liittyminen ympäristöönsä	7
2.3 Laitteisto- ja ohjelmistoympäristö	8
2.4 Toteutuksen keskeiset reunaehdot	9
2.5 Sopimukset ja standardit.....	9
3. Vaatimukset.....	9
3.1 Yleiset vaatimukset.....	10
3.2 Tietoturva vaatimukset.....	10
3.3 Data.....	10
4. Datan yhdistäminen ja analysointi.....	11
4.1 Suunnitteluperiaatteet	13
4.3 Arkkitehtuuri.....	14
4.4 Rajapinnat.....	16
4.5 Prosessi ja projektin suunnittelu.....	16
5. Tulevaisuuden kehitysskenaariot	17
5.1 Skenaario 1 – Autonominen kehitys jatkuu.....	18
5.2 Skenaario 2 – Eri yhteistyömuodot käyttöön	19
5.3 Skenaario 3 – Alustaekosysteemi	20
6. Loppusanat	22
6.1 Osaaminen	23
6.2 Innovatiivisuus	23
6.3 Digitaalinen muutos	24

Versiohistoria

Versio	Päivämäärä	Selitys	Tekijä
0.1	12.10.2021	Dokumentti luotu	H. Hietala
0.2	25.4.2022	Dokumenttia täydennetty kauttaaltaan	H. Hietala
0.3	21.6.2022	Dokumenttia täydennetty kauttaaltaan	H. Hietala
0.4	28.6.2022	Tiivistelmä viimeistelty	H. Hietala



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



1. Johdanto

Jätevesiverkostosta kerätään paljon dataa, mutta sitä ei hyödynnetä vielä täysimääräisesti. Oleellisen tiedon hahmottaminen voi olla haastavaa eivätkä eri tietolähteiden aineistot ole aina suoraan yhdistettävissä. Käytännön työssä datan käsittely saattaa vaatia esimerkiksi Excel-taulukoiden vertailua tai manuaalisesti tehtävää yhteenvetoa. Tulevaisuudessa dataa, etenkin IoT-dataa, tullaan keräämään valtavan paljon enemmän ja laitosten tulisi varautua tähän. WWData projektissa on havaittu, että vesilaitoksilla käytössä olevat järjestelmät eivät sovellu suurten datamäärien käsittelyyn ja analysointiin. Laitoksilla on tarve koota dataa yhteen eri lähteistä ja analysoida sitä esimerkiksi pilvipalveluissa.

Vaihtoehtoja tiedon varastointiin, yhteen kokoamiseen sekä analysointiin on valtavasti eikä WWData projektissa ole tunnistettu laitosten välistä yhtenäistä tavoitetilaa, joka viitoittaisi tulevaisuuden yhtenäisiä kehityslinjoja. Tällöin sopivien ratkaisujen valinta liittyen pilvipalveluihin, rajapintoihin, standardien valintaan, tiedonmallintamiseen, datan säilyttämiseen sekä sen yhdistämiseen ja analysointiin, riippuu suuresta määrästä erilaisia laitoskohtaisia tekijöitä. WWData projektissa on havaittu, että vesilaitokset hankkivat ja kehittivät tietojärjestelmiä ja ICT-ratkaisuja valtaosin autonomisesti. Perusteluna tähän on laitosten vaihtelevat vaatimukset, mikä puolestaan vaatii laitoskohtaista kustomointia. Tämän vuoksi yhteistyö ICT-ratkaisujen yhteiskehittämisessä koettiin liian aikaa vievänä ja haastavana, vaikkakin myös poikkeuksia tunnistettiin. ICT-kehitystä ja digitaalista muutosta kuitenkin hidastavat resurssien ja osaamisen puute, ICT-ratkaisujen monimutkaisuus sekä kokonaisvaltaisen näkemyksen puute siitä mihin suuntaan kehitystä ylipäänsä pitäisi lähteä viemään. Jotta valitut ICT-ratkaisut olisivat laitoksen tarpeita laajasti palvelevia, tulee laitosten osata vaatia yhteensopivia ratkaisuja. Tätä varten tarvitaan uudenlaista osaamista. Lisäksi yhteistyön ja yhteiskehittämisen lisääminen autonomisen ICT-kehittämisen rinnalle eri yhteistyömuotoja hyödyntäen olisi kannattavaa. Tämä edesauttaisi myös yhtenäisten, laitoksia laajemmin palvelevien ratkaisujen kehittämisessä sekä osaamisen lisäämisessä.

1.1 Tarkoitus ja kattavuus

WWData projekti keskittyy jätevesiverkoston tiedonhallintaan. Tämän dokumentin tarkoitus on tarkastella datan varastointiin, yhdistämiseen ja analytiikkaan liittyviä vaihtoehtoja WWData projektin näkökulmista ja sen laajuus huomioiden. Jätevesiverkoston datanhallinnan kehittäminen liittyy kuitenkin vahvasti laitosten tiedonhallintaan, ICT-kehitykseen ja digitaaliseen muutokseen kokonaisuudessaan, joten dokumentissa tarkastellaan digitaalista muutosta myös laajemmasta näkökulmasta.

Vesilaitokset voivat hyödyntää tässä dokumentissa esitettyjä vaihtoehtoja ensin jäteveden tiedonhallinnassa ja mahdollisesti myöhemmin laajentaa kattamaan myös muita laitoksen toimintoja. Nämä lähtökohdat huomioiden, tämä dokumentti keskittyy ratkaisuihin, jotka mahdollistavat alla olevan datan yhdistämisen:



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



- Pumppaamodata (SCADA)
- Ulkopuolinen sensoridata (gravitaatioviemäri virtaama)
- Ulkopuolinen avoin data (sadanta)

Vesilaitosten tiedonhallinta on kokonaisuus, joten tämän dokumentin teemat kytkeytyvät vahvasti vesilaitoksien muuhun toimintaan. Liitteessä 1 on kuvattu tiedonhallinnan eri osa-alueet kokonaisuudessaan. Koska yhteistä vesilaitosten tavoitetta jätevesiverkostodatan tai digitaalisen kehittämisen suhteen ei tunnustettu, jokaisen vesilaitoksen on tarkennettava tavoitteitaan ja vaatimuksiaan omaan toimintaansa sopiviksi.

1.2 Kohderyhmä

Tämä dokumentti on tarkoitettu erikokoisten vesilaitosten käyttöön tiedon varastoinnin, yhdistämisen ja analysoinnin suunnittelussa. Dokumentti on koostettu ICT-näkökulmasta, mutta tarkoituksena on tuottaa tietoa laitoksien henkilöstölle ICT-osaamisen tasosta riippumatta. Kohderyhmän laajuuden takia, dokumentti keskittyy kuvaamaan teemoja mahdollisimman yleistajuisesti teknisiä yksityiskohtia minimoiden.

1.3 Määritelmät ja lyhenteet

Lyhenne/Termi	Selite
AaaS	Analytics as a Service / Pilvipohjainen data-analytiikkaohjelmisto
Alusta	Alusta muodostaa käyttöympäristön (engl. environment) yhdessä sovellusohjelmiston kanssa *
BI	Business Intelligence / Liiketoimintatiedon hallinta
DaaS	Data as a Service / Pilvipohjainen datanhallintastrategia, joka mahdollistaa mm. datan tallennuksen, integroinnin, käsittelyn ja/tai analytiikan.
ETL	Extract, transform and load / Siirto, muokkaus ja lataus
IoT	Internet of Things / Esineiden Internetti
Inkrementaalinen	Asteittainen
ML	Machine Learning / Koneoppiminen
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition / Valvomo-ohjelmisto
Tietovarasto	Tietokanta tai tietokantakokoelma, johon on koottu kattavasti tietoa organisaation eri toiminnoista *
Tietoallas	Tiedonhallinnan ratkaisu, joka mahdollistaa erityyppisen, myös strukturoimattoman, tiedon varastoinnin ja sen turvallisen käsittelyn
Yhteentoimivuus	Tietojärjestelmien kyky viestiä keskenään sellaisella tavalla, että ne voivat rutiininomaisesti käyttää toistensa tietoja *

* Lähde: TEPA-termipankki



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



2. Ratkaisujen yleiskuvaus

Jätevesiverkostoista kerätään paljon dataa, mutta data on usein siiloutunut eri operatiivisiin järjestelmiin, kuten SCADA-järjestelmiin, raportointijärjestelmiin, verkkotietojärjestelmiin, kunnossapitojärjestelmiin ja asiakastieto- ja laskutusjärjestelmiin. Vesilaitoksilla ei vielä laajasti yhdistetä dataa eri lähteistä analytiikkaa varten, jolloin oleellisen tiedon löytäminen on haastavaa ja aikaa vievää. Usein datan analysointi onkin jälkeempään toteavaa. Vesilaitokset ovat kiinnostuneita parantamaan datan hallintaa ja siirtymään kohti proaktiivista analysointia. Tässä kehityksessä on kuitenkin huomioitava olemassa olevat järjestelmät sekä eri kokoisten laitosten resurssit, osaaminen, tarpeet ja mahdollisuudet. Näiden seikkojen vuoksi ratkaisujen yhteentoimivuus, modulaarisuus, inkrementaalisuus ja skaalautuvuus ovat tärkeitä.

2.1 Sovellusalueen kuvaus

Vesilaitokset tarvitsevat jätevesiverkostosta systemaattisesti kerättyä dataa sekä sen yhdistelyä ja analysointia, jotta esimerkiksi saneeraukseen käytettävät resurssit voidaan kohdentaa hyödyllisesti. Näiden tietojen pohjalta on mahdollista arvioida mm. häiriöalttiutta, riskejä sekä ennakoida elinkaarta. WWData projektissa on tunnistettu keskeiset jätevesiverkoston liittyvät järjestelmät ja teknologiat. Kuvassa 1 kokonaisuutta on kuvattu kerrosrakenteisessa muodossa viidessä kerroksessa¹.

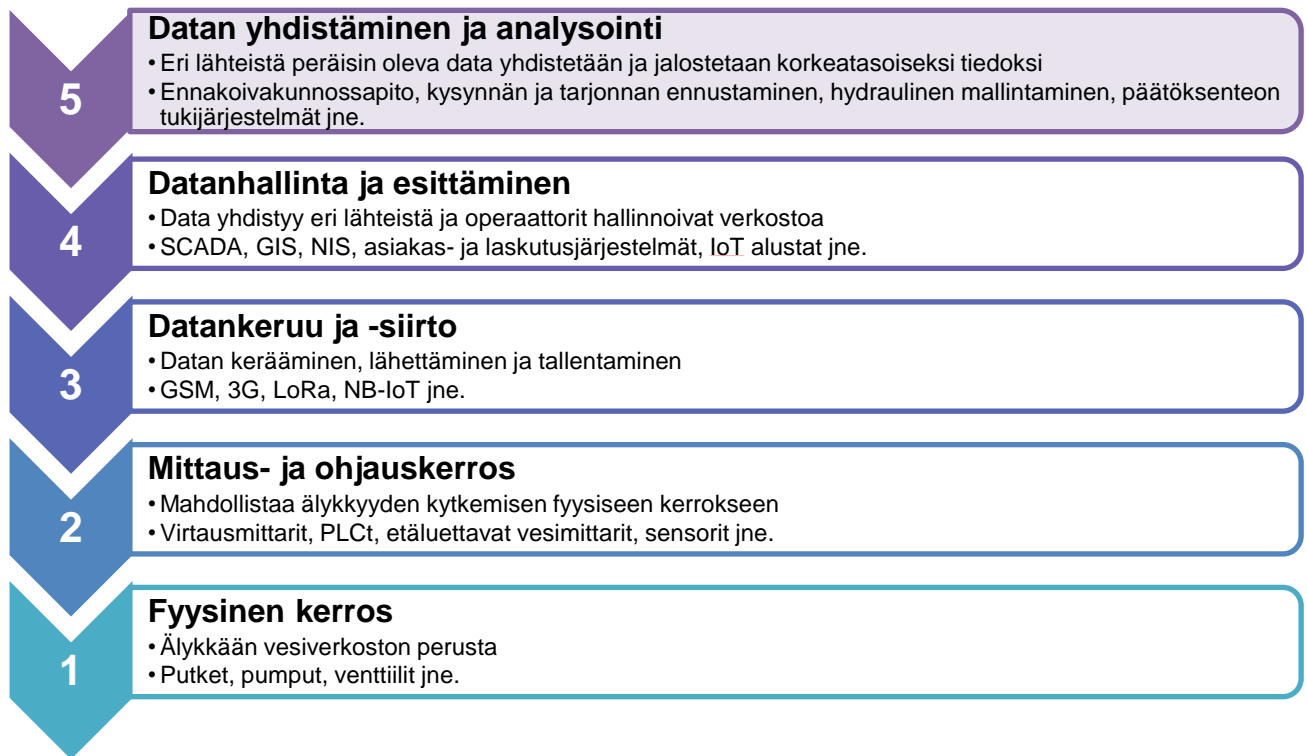
Ensimmäisenä on fyysinen kerros, joka sisältää verkoston fyysiset komponentit. Toisena on mittaus- ja ohjauskerros, mikä sisältää (jäte)veden toimitusta ja jakelua mittaavat laitteisto- ja mittarikomponentit. Kolmas kerros sisältää datan keräämiseen ja siirtämiseen tarvittavat teknologiat ja neljännessä kerroksessa kuvataan datanhallinta ja esittäminen sisältää erilaisia ohjelmistoja ja laitteita, jotka pystyvät käsittelemään ja kokoamaan tietoja ja näyttämään niitä käyttäjille. Ylimpänä viidennessä kerroksessa on datan yhdistäminen ja analysointi. WWData projektissa on havaittu, että vesilaitoksilta usein puuttuu tämä viides kerros, joka mahdollistaa tiedon yhdistämisen ja kattavamman hyödyntämisen.

Datan yhdistäminen ja analysointi (5. kerroksen toteutus) edesauttaa datan hyödyntämismahdollisuuksia. Vaikka jokaisella laitoksella on omat järjestelmäportfolionsa ja järjestelmät ovat usein kustomoituja laitoksen omiin tarpeisiin sopiviksi, tiedon yhdistäminen ja sen analysointi mahdollistaa hyötyjä eri kokoisille laitoksille. Tiedonhallinnan kokonaisuuden ymmärrystä kuitenkin tarvitaan, jotta laitokset pystyvät arvioimaan omiin tarpeisiin sopivia ratkaisuja ja tekemään kestäviä päätöksiä.

¹ Cahn, A. (2014). An overview of smart water networks. Journal - American Water Works Association, 106(7), 68–74. <https://doi.org/10.5942/jawwa.2014.106.0096>

Shahra, E. Q., Wu, W., & Romano, M. (2019). Considerations on the deployment of heterogeneous IoT devices for smart water networks. Proceedings - 2019 IEEE SmartWorld/UIC/ATC/SCALCOM/IOP/SCI 2019, 791–796. <https://doi.org/10.1109/SmartWorld-UIC-ATC-SCALCOM-IOP-SCI.2019.00167>





Kuva 1. Smartwater network (SWN) kerrosrakenteinen tapa jäsentää tietojärjestelmiin ja teknologiaan liittyvää kokonaisuutta.

2.2 Sidosryhmät ja käyttäjät

WWData projektissa havaittiin, että data on siiloutunut mm. eri tietojärjestelmiin, tiedostoihin ja osastoille. On mahdollista, ettei kokonaiskuva ole siitä, mitä tietoa on jo olemassa. Lisäksi eri käyttäjäryhmillä on erilaisia, mahdollisesti aivan uusia tietotarpeita. Jotta on mahdollista saada kattava käsitys siitä, mitä dataa kerätään, miten sitä on mahdollista hyödyntää ja mihin käyttötarkoituksiin, tulee eri sidos- ja käyttäjäryhmät sekä heidän tarpeensa tunnistaa. Lisäksi sidosryhmien osallistaminen kehitys- ja muutosprosessiin on keskeistä sitoutumisen rakentamiselle sekä onnistuneen lopputuloksen varmistamiseksi. Eri käyttäjäryhmiä ovat mm.:

- Johto
- Taloushallinto
- Suunnittelu
- Verkostojen ylläpito
- Huolto ja kunnossapito

2.2 Ratkaisujen liittyminen ympäristöönsä

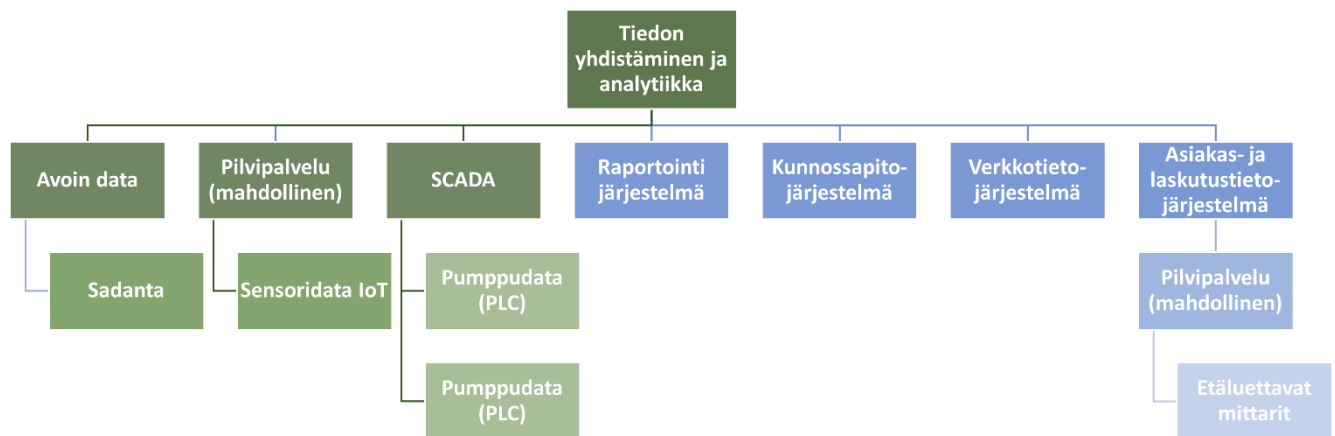
Jätevesiverkoston liittyvän datan yhdistäminen käsittää erilaisia järjestelmiä, joita on koottu kuvassa 2. WWData projektin laajuus huomioiden, vaihtoehtoja tarkastellessa keskitytään ratkaisuihin, jotka mahdollistavat pumppaamodatan, sensoridatan ja sadantadatan



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



yhdistämisen (kuvassa 2 vihreällä). Projektin tavoitteiden mukaisesti, ratkaisujen skaalautuvuus huomioidaan eli niiden tulisi mahdollistaa myöhemmin myös muiden tietolähteiden (kuvassa 2 sinisellä) lisäämisen.



Kuva 2. Järjestelmäympäristö.

2.3 Laitteisto- ja ohjelmistoympäristö

SCADA-järjestelmä ja siihen kytketyt pumppaamot (ja näiden ohjaus logiikat) muodostavat jätevesiverkostosta kerättävän datan keskeisen laitteistoympäristön. SCADA-järjestelmän palvelin/keskustietokone kerää, säilöö ja prosessoi dataa. SCADA-järjestelmään kytketyt pumppaamot toimivat koneohjauksella. Usein tiedonsiirto SCADA:n ja koneohjauksen välillä tapahtuu standardien mukaisesti, yleisimpinä OPC (tai OPC UA). Vesilaitoksilla käytössä olevat SCADA-järjestelmät toimivat tyypillisesti omassa verkossa vaikkakin markkinoilla on myös selainpohjaisia valvomo-ohjelmistoja. Tässä dokumentissa SCADA-järjestelmä käsitetään sisältävän omassa verkossa toimivan valvomo-ohjelmiston, pumppaamojen ohjelmoitavat logiikat sekä näiden välisen tiedonsiirron.

Kriittiseen infrastruktuuriin liittyvän SCADA-järjestelmän tietoturva on korkea. Tämän vuoksi SCADA-järjestelmää ei useinkaan ole mahdollista käyttää suoraan analytiikkatyökalujen lähdejärjestelmänä vaan tarvittu tiedot tulee siirtää erilliseen tietokantaan ja -tietovarastoon, josta ne ovat saatavilla analytiikkaa varten. Tietovarastointiratkaisuja liittyen pumppaamodataan käsitellään tarkemmin luvussa 4.

Vesilaitokset eivät kerää vielä laajasti avointa dataa, kuten sadantatietoja, automaattisesti omiin järjestelmiin. Tätä varten laitoksilla tulee olla tietokanta tai -varasto, johon dataa on mahdollista kerätä. On myös hyvä huomata, että kunta tai kaupunki jo mahdollisesti kerää ko. dataa, jolloin se voi olla myös vesilaitoksen käytettävissä. Tietovarastointiratkaisuja liittyen sadantadatan keräämiseen käsitellään tarkemmin luvussa 4.

Jätevesiverkostosta kerättävä data käsittää valtaosin SCADA-järjestelmän keräämän datan. Laitoksilla on kuitenkin tarve lisätä sensorointia ja datan keräämistä esimerkiksi gravitaatioviemäreiden osalta. Tällöin kysymykseksi nousee sensoridatan käyttötarpeet, jotka



puolestaan määrittävät tarvittavat arkkitehtuuri- ja säilytysratkaisut. Joillakin laitoksilla on tarve sisällyttää gravitaatioviejärjestelmien tiedonkeruu osaksi SCADA-järjestelmää. Koska SCADA-järjestelmiä ei ole rakennettu laajamittaiseen massadatan analysointiin voi täysimittaiset analysointimahdollisuudet jäädä tällöin kuitenkin hyödyntämättä. IoT-pisteiden lisääminen verkostoon voi tuoda laitoksille merkittäviä hyötyjä, mikäli kertynyttä dataa analysoidaan kattavasti. IoT-tekniikoiden avulla on mahdollista tuottaa uutta tietoa omaisuudesta, joka vesilaitoksilla sijaitsee valtaosin maanalla. Jotta IoT-dataa on mahdollista kerätä joustavasti sekä hyödyntää kattavasti, tulee tätä varten olla säilytysratkaisut, kuten tietoaallas, josta dataa on mahdollista louhia ja analysoida. Tietovarastointiratkaisuja liittyen IoT-datan keräämiseen käsitellään tarkemmin luvussa 4.

2.4 Toteutuksen keskeiset reunaehdot

Toteutuksen keskeiset reunaehdot ovat vesilaitosten määrittämiä keskeisiä ehtoja datan varastoinnille, yhdistämiselle ja analytiikalle. Vesilaitosten yhteistä tavoitetilaa ei ole WWDData projektissa tunnustettu, jolloin jokaisen laitoksen tulee itse määrittää nämä reunaehdot. Nämä reunaehdot voivat kohdistua esimerkiksi laitteistoihin, ohjelmistoihin tai lakeihin ja asetuksiin.

2.5 Sopimukset ja standardit

Jotta ratkaisut olisivat yhteentoimivia, modulaarisia, inkrementaalaisia ja skaalautuvia, tulee vesilaitosten osata vaatia yhteentoimivia ja erilaisten standardien mukaisia ratkaisuja. WWDData projektissa on havaittu, että laitokset tarvitsisivat uudenlaista osaamista, jotta tämä toteutuisi. Laitokset, joilla tätä sisäistä ICT-osaamista jo oli, näkivät sen kriittisenä tekijänä ICT-ratkaisujen kokonaisvaltaisessa hallinnassa ja datan kattavassa hyödyntämisessä.

Sopimusteknisin keinoin on mahdollista määrittää laajasti yksityiskohtia liittyen mm. datan säilytykseen, saatavuuteen ja hallintaan sen elinkaaren aikana. Mikäli erilaiset lait, viranomaismääräykset tai ohjeistukset, kuten tiedonhallintalaki, vaikuttavat toteutukseen, tulee ne tunnustaa ja huomioida datan varastoinnin, yhdistämisen ja analytiikan suunnittelussa. Mikäli vesilaitokset haluavat käytettävän tietynlaisia, yhdenmukaisia kuvaustapoja, dokumentointimalleja tai suunnittelumenetelmiä, ne tulee määrittää.

3. Vaatimukset

Vaatimusmäärittely on tärkeä osa uusien ratkaisujen suunnittelussa. Vaatimusmäärittelyssä tulisi olla mukana eri sidos- ja käyttäjäryhmien edustajia, jotta ratkaisut palvelevat organisaation tarpeita mahdollisimman hyvin. Vaatimukset vaikuttavat siihen minkälaisia ratkaisuja, teknologioita, arkkitehtuureja ja tietomalleja valitaan. Tässä luvussa listatut vaatimukset ovat koottu pohjautuen WWDData projektisuunnitelmaan, yritysten ja vesilaitosten haastatteluihin sekä kirjallisuuteen. Listatut vaatimukset ovat suuntaa antavia eivätkä kata kaikkia vesilaitosten vaatimuksia tiedon varastoinnille, yhdistämiselle ja



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



analytiikalle. Jokaisen vesilaitoksen on tarkennettava vaatimuksiaan omaan toimintaansa ja tavoitteisiinsa sopiviksi. Lisäksi on huomattava, että vaatimusten määrittäminen on iteratiivinen prosessi, jonka aikana vaatimuksia tarkennetaan asteittain.

3.1 Yleiset vaatimukset

YV001	Ratkaisuissa tulisi huomioida skaalautuvuus.
YV002	Ratkaisujen tulisi pohjautua laajasti käytössä oleviin standardeihin.
YV003	Ratkaisujen käyttö eri laitteilta (selain, mobiili) tulisi olla mahdollista.
YV004	Raporttien ja dashboardien luominen joustavasti tulisi olla mahdollista.

3.2 Tietoturva vaatimukset

TTV001	Tietoturva tulisi olla huomioitu.
TTV002	Laitoksen tulisi voida hallita käyttöoikeuksia.
TTV003	Käyttöoikeuksia tulisi voida rajoittaa käyttäjäkohtaisesti.
TTV004	Ratkaisujen tulisi olla yhteensopivia GDPR:n kanssa.

3.3 Data

DV001	Data pitäisi olla paremmin reaaliaikaisesti saatavilla.
DV002	Data pitäisi olla laitoksen hallinnassa.
DV003	Uusien tietolähteiden lisääminen tulisi olla (helposti) mahdollista.
DV004	Dataa ei tule kopioida turhaan tietovarastoihin.
DV005	Sekä strukturoidun että strukturoimattoman datan yhdistäminen tulisi olla mahdollista.
DV006	Sekä raakadatan että prosessoidun datan säilyttäminen tulisi olla mahdollista.
DV007	Datan säilytysaikojen määrittäminen tulisi olla mahdollista.
DV008	Yhtenäiset käsitteet ja laskukaavat tulisi olla mahdollisia.
DV009	Eri käyttäjäryhmien tietotarpeet tulisi olla huomioitu.

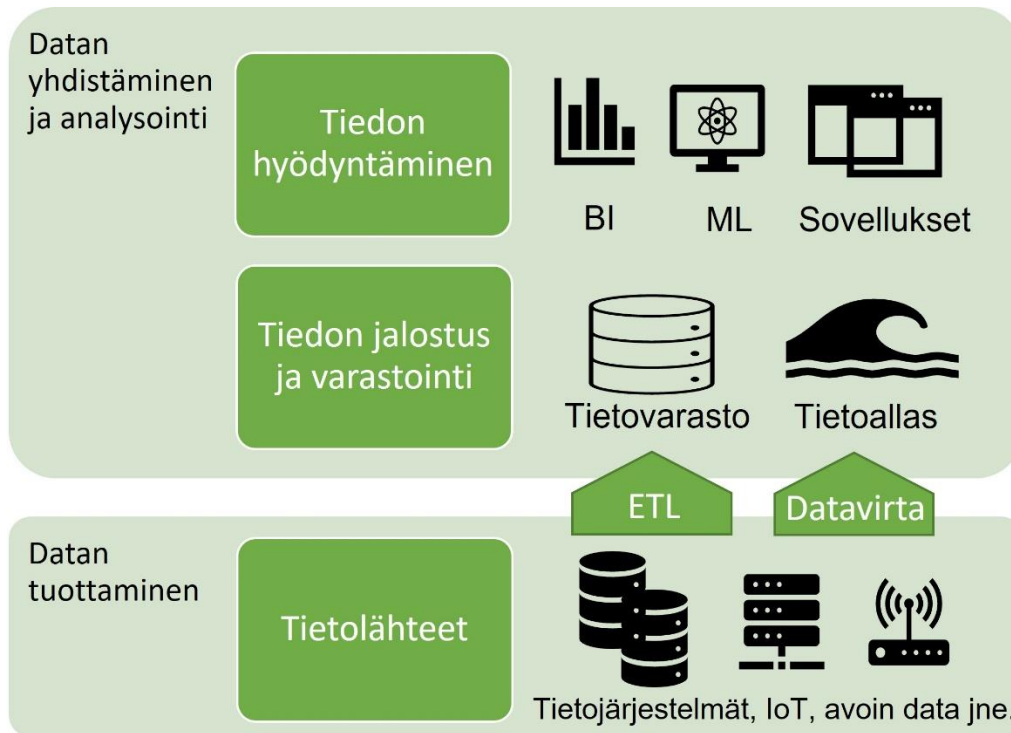


Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



4. Datan yhdistäminen ja analysointi

Datan yhdistämiseen ja analysointiin on valtava määrä erilaisia vaihtoehtoja. Koska selkeää vesilaitosten yhteistä tavoitetilaa, siitä mihin kehityksen tulisi mennä, ei ole tunnistettu, ja eri laitosten lähtökohdat eroavat suuresti toisistaan, on vaihtoehtojen määrä laaja. Mikäli laitokset haluavat edelleen jatkaa ICT-kehitystä valtaosin autonomisesti eli laitos hankkii ja/tai kehittää ICT-ratkaisuja toimittajien kanssa kahdenvälisesti, jokaisen laitoksen tulee itse pohtia oma tulevaisuuden suuntansa sekä mitä valintoja he tekevät datan yhdistämiseen ja analysointiin liittyen. Kuvassa 3 on kuvattu datan yhdistämiseen ja analysointiin liittyviä käsitteitä.



Kuva 3. Datan yhdistäminen ja analysointi.

Tiedon varastointiin, yhdistämiseen ja analytiikkaan liittyviin valintoihin vaikuttavat monet seikat. Alla on taulukoitu keskeisiä näkökohtia, joita laitosten tulee pohtia kehitystä suunniteltaessa.

<p>Tavoitteet</p>	<p>Liiketoiminnan tarpeet ohjaavat valintoja. Valintojen tulee puolestaan ratkaista liiketoiminnan ongelmia. Nykytilan ymmärrys ja tavoitteiden asettaminen on lähtökohta kehitykselle. Tavoitteet kuitenkin muuttuvat ajan mittaan sekä ymmärryksen ja osaamisen kasvaessa. Valittujen ratkaisujen tulee olla riittävän joustavia ja mahdollistaa modulaarisuuden ja skaalautuvuuden, jotta kehittyvät tavoitteet on mahdollista ottaa huomioon.</p>
--------------------------	---



<p>Olemassa olevat ratkaisut</p>	<p>Laitoksilla on olemassa järjestelmiä ja erilaisia ratkaisuja liittyen dataan. Ne voivat asettaa rajoituksia ja reunaehtoja kehitykselle. Yhteentoimivuus tulee huomioida valintoja tehdessä. Mikäli laitoksilla on käytössä elinkaaren päässä olevia vanhoja järjestelmiä, on hyvä pohtia missä laajuudessa niitä kannattaa huomioida uusia ratkaisuja suunniteltaessa. Toisaalta laitoksella voi olla jo käytössä esimerkiksi tietovarasto, jota voi hyödyntää pumppaamo-, sadanta tai sensoridatan varastoinnissa. Myös kaupungin tai kunnan käyttämät tietovarastoinnin ratkaisut voivat olla myös vesilaitosten käytettävissä.</p>
<p>Olemassa olevat resurssit</p>	<p>Tiedonvarastointi, yhdistäminen ja analytiikka vaatii resursseja. Laajan mittakaavan yritystietovaraston kehittäminen vaatii sekä aikaa että pääomaa. Toisaalta taas kevyempiä pilvipohjaisia ratkaisuja on mahdollista toteuttaa muutamassa viikossa. Haasteita voi lisäksi tuoda mm. datan huono laatu, lähdejärjestelmien (piilevät) ongelmat, integraatioiden monimutkaisuus tai lisääntyvät vaatimukset. Nämä kaikki vaativat resursseja. Koska resursseja on rajoitetusti, kehitystä on hyvä priorisoida ja lähestyä inkrementaalisesti.</p>
<p>Olemassa oleva osaaminen</p>	<p>Olemassa oleva osaaminen vaikuttaa keskeisesti sekä ratkaisuvaihtoihin että analytiikan hyödyntämisen mahdollisuuksiin. Mikäli laitoksen sisäinen ICT- ja analytiikkaosaaminen on puutteellista, osaamisen systemaattisesta lisäämisestä on hyvä tehdä suunnitelma. Etenkin isommat laitokset hyötyisivät data-analytiikasta tai vähintäänkin ICT-asiiantuntijasta. Lisäksi ymmärryksen kasvaessa, liittyen datan hyödyntämisen mahdollisuuksiin, kasvaa myös käyttäjien vaatimukset. On hyvä huomata, että datan kokonaisvaltainen hyödyntäminen tarkoittaa jatkuvaa kehitystä, koska liiketoiminnan tarpeet ja tavoitteet muuttuvat. Jotta jatkuva kehitys on mahdollista, tulee laitoksille olla riittävästi sisäistä osaamista.</p>
<p>Datan analysointitarpeet nyt</p>	<p>Käsillä olevat datan analysointitarpeet eivät määritä ratkaisuja pitkällä tähtäimellä vaan auttavat enemmänkin tärkeysjärjestyksen ja kehityspolun suunnittelussa. Koska kehitystä on hyvä tehdä inkrementaalisesti, se aloitetaan joko helposti toteutettavista ja/tai korkealle priorisoiduista tarpeista. Kaikkea ei siis tehdä kerralla.</p>
<p>Datan analysointitarpeet tulevaisuudessa</p>	<p>Vaikka kehitys aloitetaan käsillä olevien ongelmien ratkomisesta, tulee ratkaisuja suunniteltaessa huomioida tulevaisuuden tarpeet. Laitosten tulee varautua datamäärien kasvuun etäluettavista mittareista ja muista IoT-pisteistä kerätyn datan lisääntyessä. Lisäksi jatkuvasti muuttuva toimintaympäristö, asiakkaiden lisääntyvät vaatimukset sekä regulaatioiden muutos tuovat todennäköisesti vaatimuksia myös laitosten datan hyödyntämiselle ja analytiikalle. Koska kehitystä on hyvä tehdä inkrementaalisesti, mikä puolestaan lisää myös osaamista ja ymmärrystä, tulevaisuuden tarpeita on hankala ennustaa. Tämän vuoksi valitut ratkaisut tulee olla skaalautuvia ja joustavia.</p>

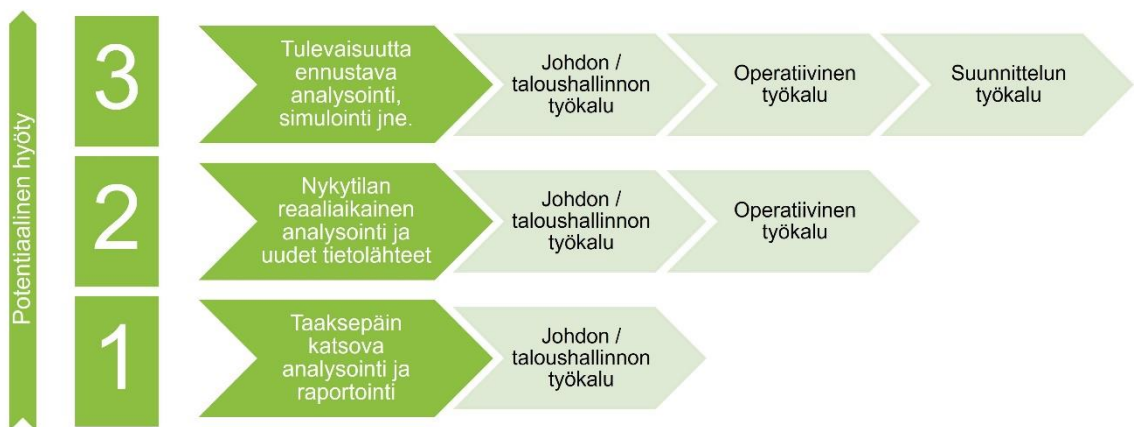


<p>Jatkuuko autonominen linja vai lisääntykö yhteistyö ja yhteiskehittäminen?</p>	<p>Datan varastointiin, yhdistämiseen ja analysointiin liittyy paljon valintoja, määrittämiä ja yksityiskohtien huomioimista. Mikäli autonominen kehitys vesisektorilla jatkuu, tulee jokaisen laitoksen itse pohtia oma tulevaisuuden suunta sekä mitä valintoja tehdään datan yhdistämiseen ja analysointiin liittyen. Lisäksi kehitys vaatii mm. tietovarastoiden tietomallien sekä erilaisten käsitteiden ja laskukaavojen määrittämistä. On hyvä huomata, että yhteistyössä tehdyistä määrittämisistä ja yhteiskehittämisestä voisi olla vesisektorille hyötyä laajemminkin yhtenäisyyden lisääntyessä.</p>
--	--

4.1 Suunnitteluperiaatteet

Data hyödyntämisen mahdollisuuksia voi olla haastavaa hahmottaa etukäteen. Osaaminen ja ymmärrys kuitenkin kasvavat kehityksen edetessä, jolloin myös tavoitteet ja vaatimukset tarkentuvat ja kehittyvät. Tämän vuoksi kehitystä on hyvä tehdä inkrementaalisesti ja skaalautuvuus huomioiden.

Analytiikan voi jaotella kolmeen ryhmään: kuvaileva, ennakoiva ja ohjaava². Kuvaileva analytiikka kattaa perinteiset BI ratkaisut. Ennakoiva ja ohjaava analytiikka puolestaan sijoittuu edistyneen analytiikan alueelle sisältäen mm. tiedon louhinnan, ML, mallintamisen, optimoinnin ja simuloinnin. Kuvassa 4 on havainnollistettu yksi mahdollinen kehityspolku analytiikan näkökulmasta. Alimmalla tasolla pääpaino on raportoinnissa, toisella tasolla kehitystä viedään kohti reaaliaikaisempaa suuntaa ja kolmannella tasolla siirrytään kohti edistynyttä analytiikkaa. Kehityksen edetessä myös potentiaaliset hyödyt kasvavat. Kuvassa on tuotu myös esille, kuinka kehityksen myötä ratkaisut hyödyntävät yhä laajemmin eri käyttäjäryhmiä. Kehitystä suunnittelevien laitosten on hyvä tehdä vastaa suunnitelma ja pohtia eri käyttäjäryhmien roolia kehitysportailla. Käyttäjäryhmät tulee osallistaa kehitykseen jo varhaisessa vaiheessa, jotta he ovat osallisena muutosprosessissa ja ratkaisut palvelevat heitä mahdollisimman hyvin.



Kuva 4. Mahdollinen kehityspolku analytiikan näkökulmasta.

² Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2018). Business Intelligence, Analytics and, Data Science: A Managerial Perspective (4th ed.). Pearson Education Limited.



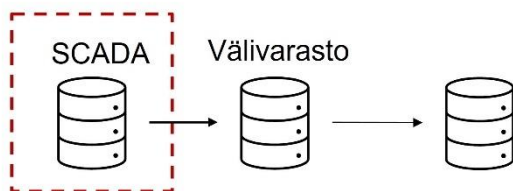
Haasteena edistyneen analytiikan hyödyntämiselle (kuvassa 4 taso 3) on osaaminen. Jotta kehitystä on mahdollista viedä kohti kokonaisvaltaista datan hyödyntämistä, laitokset tarvitsevat sisäistä osaamista. Laitokset, joissa tätä sisäistä osaamista jo on, näkevät sen kriittisenä tekijänä datan kokonaisvaltaisessa hyödyntämisessä. On myös hyvä huomata, että analytiikan käyttöönotto ei ole pelkästään projekti, jolla on alku ja loppu, vaan se on askel kohti jatkuvaa kehitystä. Toisin sanoen laitokset tarvitsevat uudenlaista osaamista, jotta datasta ja digitalisaation tarjoamista mahdollisuuksista saisi kattavammin realisoitua hyötyjä pitkällä aikavälillä.

4.3 Arkkitehtuuri

Tiedon varastointiin, yhdistämiseen ja analytiikkaan liittyviin valintoihin vaikuttavat monet seikat. Koska vesilaitosten yhteistä tavoitetilaa ei ole tunnistettu ja laitoksilla mahdollisesti on jo käytössä esimerkiksi tietovarastoja tai pilviratkaisuja, tässä luvussa käsitellään pumppaamodatan, sensoridatan ja ulkopuolisen avoimen datan varastointia ja yhdistämistä yleisellä tasolla.

SCADA-ohjelmiston tietokantaan ei tietoturva syistä ole suoraa pääsyä. Tämän vuoksi voi olla tarpeen, että tarvittu pumppaamodata (kuva 5) siirretään ensin välivarastoon. ETL-ohjelmiston avulla data muokataan ja ladataan varsinaiseen tietovarastoon, josta data on puolestaan saatavilla analysointia varten. Varsinainen tietovarasto voi olla esimerkiksi perinteinen tietovarasto (DW) tai pilvialusta.

Pumppaamodata



Kuva 5. Pumppaamodata.

Sensoridatan keräämiseen ja varastointiin on paljon erilaisia ratkaisuja ja mahdollisuuksia. WWData projektissa sensoridata kerättiin ensin toimittajan pilveen, josta se siirrettiin CSC-palvelimella olevaan tietokantaan (PostgreSQL) (kuva 6). Tiedonsiirtoprotokollana käytettiin HTTPS, mutta WWData projekteissa mukana olevien asiantuntijoiden mukaan, tulevaisuudessa tiedonsiirtoprotokollat tulevat muuttumaan. Laitosten tulee siten pohtia riittävän tietoturvallisia tiedonsiirtovaihtoehtoja.

Sensoritoimittajan pilviratkaisut tarjoavat laitoksille hyvät mahdollisuudet kokeilla eri valmistajien sensorien ja tiedonsiirron toimivuutta. Koska jätevesiverkosto on haastava ympäristö sekä itse mittausten kuin tiedonsiirronkin suhteen, erilaiset kokeilut tarjoavat hyvät mahdollisuudet lisätä osaamista ja ymmärrystä eri teknologioita kohtaan. Kun tietyn teknologian toimivuus on ensin kokeiltu ja todennettu toimittajan pilvessä, voi laitokset tehdä päätöksiä varsinaisesta käyttöönotosta sekä datan viemisestä omiin järjestelmiin ja/tai



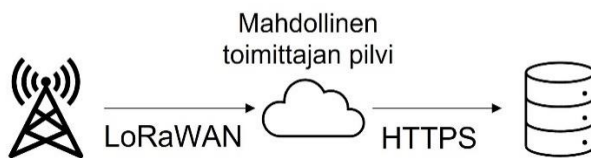
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



tietovarastoon. WWData projektissa tehty soveltuvuus selvitysraportti (työpaketti 5) käsittelee tarkemmin mittauksiin sekä tiedonsiirtoon liittyviä haasteita ja mahdollisuuksia.

Matemaattisten mallien avulla on mahdollista saada tietoa ja tehdä ennusteita hankalasti mitattavista parametreista mittaamalla muita parametreja (ks. soveltuvuus selvitysraportti työpaketti 5). Ennen tällaisten virtuaalisensoreiden (soft sensor) käyttöönottoa laitosten tulee pohtia, missä mittauksiin liittyvä laskenta tehdään. Tähän vaikuttaa se, millä tavalla tietoa hyödynnetään, minne se halutaan viedä ja minkälaista osaamista laitoksella on. Yksi hyvä vaihtoehto laskennalle voisi olla sensoritoimittajan pilvipalvelut, josta valmiiksi muokattu data siirretään laitoksen käyttöön (tietovarastoon, SCADA:n tai muihin sovelluksiin). Tässä tulee kuitenkin huomioida myös raakadata, mikä tulisi kerätä laitoksen käyttöön. Tätä varten laitoksilla tulee olla sensoridatalle säilytyspaikka. Koska sensoridata tulee lisääntymään tulevaisuudessa, tulee säilytysratkaisun mahdollistaa kaikenlaisen datan vastaanottamisen. Tätä varten tarvitaan tietoa, jonka voi hankkia esimerkiksi pilvipalveluna. Pitkällä tähtäimellä, osaamisen kasvaessa ja sensorien lisääntyessä, myös laskenta tulee todennäköisesti siirtymään laitoksien omaan hallintaan (taso 3 kuvassa 4).

Sensoridata (IoT)



Kuva 6. Sensoridatan kerääminen WWData projektissa.

FMI-tutkaverkon ajantasainen säätutkadata on saatavana avoimena datana³. Tutkatiedot ovat saatavilla latauspalvelun kautta heti, kun ne on vastaanotettu tutkasta ja esikäsitelty toimitettavissa oleviin muotoihin. Tyypillisesti tutkatiedot ovat alle viisi minuuttia vanhoja. Koska tutkatiedot ovat saatavilla vain kuudelta edelliseltä päivältä, tulee laitoksilla olla sadantadatalle säilytyspaikka kuten tietovarasto tai pilvialusta, johon laitos kerää sadantadataa analysointia varten (kuva 7). Ilmatieteenlaitos tarjoaa sekä yksittäistä tutkadataa että tutkakomposiitteja koko Suomesta. Avoimen datan latauspalvelu ei vaadi rekisteröitymistä ja se on toteutettu WFS 2.0-palveluna. WWData projektissa tehty parametri analyysi -raportti (työpaketti 3) käsittelee tarkemmin sadantadatan hyödyntämistä.

Ulkopuolinen avoin data (sadantatutka)



Kuva 7. Sadantadata.

³ <https://en.ilmatieteenlaitos.fi/open-data-manual-radar-data>



Edellä kuvattujen data-aineistojen analysointi vaatii datan siirtämistä/keräämistä esimerkiksi keskitettyyn tietovarastoon. Tietovarasto voi olla perinteinen SQL-pohjainen tietovarasto (DW), joita laitoksilla voi jo olla käytössä. Pitkällä aikavälillä perinteinen SQL-pohjainen tietovarasto ei yksin ole riittävä, vaan laitosten tulee varautua datamäärien lisääntymiseen ja ennalta määrittämättömän datan (esim. IoT) vastaanottamiseen. Tällöin tarvitaan tietoallas datan säilytystä varten. Mikäli laitoksella ei ole vielä datan varastointiin liittyviä ratkaisuja käytössä, pilvialustat tarjoavat tähän skaalautuvan ratkaisun mahdollistaen sekä strukturoidun että strukturoimattoman datan varastoinnin.

On hyvä huomata, että nykyaikaiset BI-työkalut ja data-analytiikkaohjelmistot (AaaS) kykenevät keräämään ja analysoimaan dataa useista eri lähteistä. Analytiikan kannalta ei siis ole tarpeen kopioida dataa turhaan keskitettyihin tietovarastoihin tai pilvialustoille, mikäli se on saatavilla esimerkiksi rajapintojen kautta. Kun laitokset pohtivat pumppaamodatan, sensoridatan ja ulkopuolisen avoimen datan lisäksi muiden aineistojen hyödyntämistä analytiikassa (esim. verkkotietoja, saneeraustietoja tai laskutustietoja), on hyvä selvittää, onko tietoja mahdollista lukea suoraan eri lähdejärjestelmistä tai tietokannoista, ilman tiedon siirtoa tietovarastoon tai pilvialustalle.

4.4 Rajapinnat

WWDData projektissa on havaittu, että puutteelliset tai puuttuvat rajapinnat hankaloittavat vesilaitosten digitaalista kehitystä. Toisaalta käytössä on myös paljon yksityisiä rajapintoja, joiden hyödyntäminen vaatii kustomointia. Pilvipalveluihin siirtyminen edellyttää, että tiedonsiirron rajapintoihin eri sovellusten välillä valitaan eri osapuolia palvelevia ratkaisuja. Kuten edellisessä luvussa todettiin, dataa ei ole tarpeen siirtää yhteen tietovarastoon tai pilvialustalle. Data tulee kuitenkin olla saatavilla rajapintojen kautta, jotta sitä on mahdollista hyödyntää. Rajapintojen standardoiminen ei ole välttämättömyys, mutta vesilaitokset hyötyisivät yhtenäisemmistä ratkaisuista, jolloin laitosten olisi hyvä yhteisesti määrittää rajapintoja. Tämä puolestaan voi johtaa rajapintojen standardoitumiseen. Oleellista on, että laitokset itse alkavat vaatimaan yhteensopivia ratkaisuja, jotka palvelevat kokonaisuutta. Rajapintojen määrittäminen laajemmin vaatii kuitenkin yhtenäisiä näkemyksiä ja tavoitteita, joita WWDData projektissa ei tunnustettu. Tältä osin laitosten välinen yhteistyö voisi edistää kehitystä kokonaisvaltaisemmin.

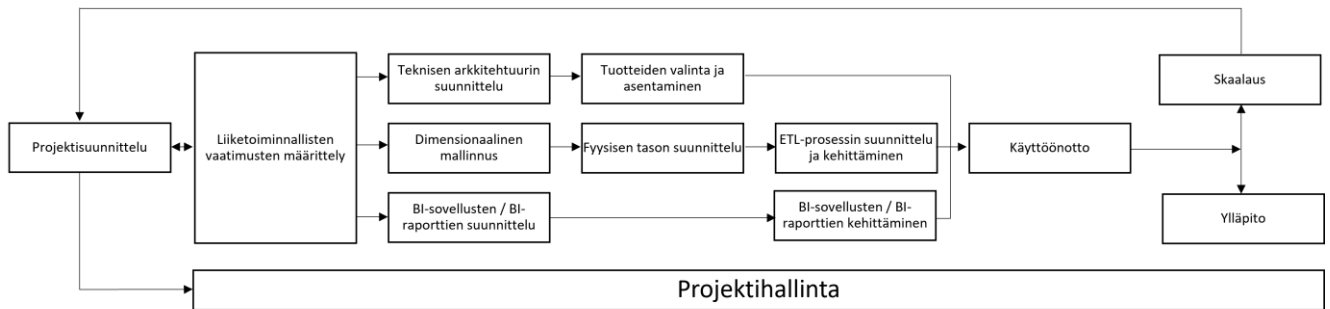
4.5 Prosessi ja projektin suunnittelu

Kun vesilaitokset suunnittelevat datan varastointiin, yhdistämiseen ja analytiikkaan liittyvää projektia, on sen toteutuksessa hyvä käyttää tarkoitukseen sopivaa projektimallia tai kehystä. Kuvassa 8 on Ralph Kimballin elinkaarikaavio⁴, jota mukaillen projekteja on mahdollista

⁴ Kimball, R., Ross, M., Thornthwaite, W., Mundy, J., & Becker, B. (2008). The Data Warehouse Lifecycle Toolkit (2nd ed.). Wiley Publishing Inc.



toteuttaa systemaattisesti. Tämä yleisen tason kehys kokoaa yhteen eri askelet, joita tarvitaan tietovarastoinnin ja analytiikan kehitysprojektissa.



Kuva 8. Kimballin elinkaarikaavio.

5. Tulevaisuuden kehitysskenaariot

Vaihtoehtoja tiedon varastointiin, yhteen kokoamiseen sekä analysointiin on valtavasti. Mikäli vesilaitokset jatkava omien, kustomoitujen ratkaisujen kehittämistä ja hankkimista, sopivien ratkaisujen valinta riippuu suuresta määrästä erilaisia laitospohjaisia tekijöitä. Laitosten tulee itsenäisesti tehdä päätöksiä liittyen valittaviin pilvipalveluihin, rajapintoihin, vaadittuihin standardeihin, tiedonmallintamiseen, datan säilyttämiseen sekä sen yhdistämiseen ja analysointiin. WWDData projektissa on havaittu, että haasteeksi usein nousee resurssien, osaamisen ja kokonaisvaltaisen näkemyksen puute siitä, mihin suuntaan kehitystä pitäisi lähteä viemään. Jotta valitut ICT-ratkaisut olisivat laitoksen tarpeita laajasti palvelevia, tulee laitosten itse osata vaatia yhteensopivia ratkaisuja, mikä puolestaan vaatii uudenlaista osaamista.

Tulevaisuuden kehityksen kulkuun vaikuttavat monet seikat. Digitalisaatio muovaa vahvasti vesilaitosten toimintaympäristöä, eikä kehityksen ulkopuolelle jättäytyminen ole pitkällä tähtäimellä mahdollista. Kehityksen kulkuun on mahdollista vaikuttaa aktiivisesti. Toisaalta on hyvä huomata, että tulevaisuutta muovaavat myös asiat, joita ei tehdä. Vaihtoehtoisia tulevaisuuksia on paljon. Tässä luvussa tarkastellaan WWDData projektissa tehtyjen havaintojen perusteella kolmea mahdollista tulevaisuuden skenaariota ja niihin liittyviä hyötyjä ja haasteita.

1. Autonominen kehitys jatkuu
2. Eri yhtistyömuodot käyttöön
3. Alustaekosysteemi



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



5.1 Skenaario 1 – Autonominen kehitys jatkuu

WWDData projektissa havaittiin, että vesilaitokset kehittävät ja hankkivat ICT-ratkaisuja pääosin autonomisesti eli kahden välisesti toimittajien kanssa⁵. Yhteiskehittäminen nähtiin haastavaksi vaihtelevien vaatimusten ja kustomointitarpeiden vuoksi. Vaikka myös poikkeuksia tunnistettiin, kuten yhteistyössä perustettu osakeyhtiö asiakas- ja laskutustietojärjestelmän kehittämiseen, autonominen kehityslinja oletettavasti jatkuu myös tulevaisuudessa.

5.1.1 Hyödyt

Autonominen kehitys mahdollistaa laitoskohtaisten vaatimusten huomioimisen sekä kustomoitujen ratkaisujen toteuttamisen. Lisäksi autonomisesti toteutetut kehitysprojektit mahdollistavat nopeita tuloksia. Vaikka kehitystä tehtäisiinkin autonomisesti, tiedonvaihtoa laitosten välillä on mahdollista toteuttaa monin tavoin. Yhteistyöllä laitosten välillä, liittyen esimerkiksi siirtolinjoihin, on Suomessa pitkät perinteet. Tämä yhteistyö ja tiedonvaihdon voisi laajentaa käsittämään systematisemmin myös ICT-kehitystä.

5.1.2 Haasteet

Resurssien, osaamisen sekä kokonaisvaltaisen näkemyksen puute siitä, mihin suuntaan kehitystä pitäisi lähteä viemään, hankaloittaa autonomista kehitystä. Laitokset toivovat kokonaisvaltaisia ratkaisuja, mutta se vaatii myös laitoksen omaa osaamista. Ilman selkeitä tavoitteita ja laitoksen sisäistä ICT-osaamista, kehityksestä saadut hyödyt voivat jäädä rajallisiksi. WWDData projektissa tunnistettiin, että vesisektorilla on tarve yhtenäisemmille toimintatavoille, tietomalleille ja rajapinnoille. Autonominen kehityksen ja laitoskohtaisten kustomointien jatkuessa, yhtenevien ratkaisujen yleistymisen on hidasta. Kaiken kaikkiaan autonominen kehityksen riskinä on, että joidenkin laitosten osalta digitaalinen kehitys lykkääntyy tai jopa pysähtyy kokonaan.

5.1.3 Yhteenveto

Kestävän kehityksen ja digitaalisen muutoksen kannalta yksinomaan autonominen kehitys on hidas tie. WWDData projektissa tehtyjen havaintojen perusteella, autonominen kehitys tulevaisuudessa todennäköisesti ilmenee uusien ohjelmistojen hankkimisena, datan kokonaisvaltaisen hyödyntämisen ja digitaalisen muutoksen sijaan. On hyvä huomata, että autonominen kehitys mahdollistaa innovatiivisuuden ja digitaalisen muutoksen joillekin vesilaitokselle, mutta ei kaikille. Vesisektori kokonaisuudessaan hyötyisikin muiden yhteistyömuotojen järjestelmällisemmästä käytöstä autonominen kehityksen rinnalla.

⁵ Hietala, H., Rossi, P. M., Annanperä, E., & Päivärinta, T. (2021). Modes of Collaboration in Digital Transformation of Municipal Wastewater Management. European Conference on Information Systems Research Papers, 91. https://aisel.aisnet.org/ecis2021_rp/91



5.2 Skenaario 2 – Eri yhteistyömuodot käyttöön

Vaikka autonominen kehitys on valtaosin käytössä vesisektorilla, WWDData projektissa tunnistettiin myös muita yhteistyömuotoja, kuten yhteistyössä perustettu osakeyhtiö asiakas- ja laskutustietojärjestelmän kehittämiseen sekä keskitetty tietohallinto, joko kunnan tarjoamana palveluna tai laitoksen sisällä. Näistä saatuja hyötyjä olivat mm. mittakaavaedut, yhtenäiset prosessit ja parempi yhteentoimivuus kunnan/kaupungin tai laitoksen sisäisten järjestelmien kanssa. Lisäksi tunnistettiin tarve standardoinnille, mikä tässä yhteydessä viittaa yhtenäisten sääntöjen laatimiseen. Standardoiminen johtaa yhtenäisempiin toimintatapoihin sekä teknologia valintoihin ja täten mahdollistaa yhtenäisemmät palvelut ja toiminnot. Eri yhteistyömuotoja on siis jo käytössä, mutta WWDData projektissa tehtyjen havaintojen pohjalta, niiden kattava ja systemaattinen hyödyntäminen digitalisaation edistämässä on varsin rajallista.

5.2.1 Hyödyt

Mikäli vesisektorin kestävä kehitystä, digitalisaatiota ja yhtenäisyyttä halutaan edistää, yhteistyö eri muodoissa tulisi nostaa tärkeäksi elementiksi. Yhteistyömuodot mahdollistavat sekä tehokkuutta että innovatiivisuutta laitoksen toiminnoissa. Eri yhteistyömuotoja systemaattisesti hyödyntämällä, digitalisaation mahdollistamat hyödyt voisivat olla saatavilla myös pienemmille laitoksille tai laitoksille, joilla resurssit ja ICT-osaaminen on vähäistä. Toisin sanoen, digitaalinen kehitys voisi mahdollistua suuremmalle joukolla laitoksia, mikäli eri yhteistyömuotoja lisätään tietoisesti ja tarkoituksen mukaisesti. Lisäksi eri yhteistyömuodot tarjoavat myös yrityksille mahdollisuuden ymmärtää laitosten tarpeita kattavammin ja täten mahdollistaa myös kokonaisvaltaisemmat ratkaisut sekä uusien innovaatioiden syntymisen.

5.2.2 Haasteet

Eri osapuolten vaatimusten yhteensovittaminen voi olla haastavaa ja aikaa vievää, minkä vuoksi autonomista kehitystä onkin suosittu. Sektoritasoinen digitaalinen muutos vaatii kuitenkin uusia toimintamalleja, koska laitosten osaaminen ja resurssit ovat nykyisellään rajalliset hidastaen kehitystä merkittävästi. Yhteistyössä kehitettävien ratkaisujen, tietojärjestelmien tai teknologioiden tulee yhdistää eri vaatimukset, joten niiden tulee olla skaalautuvia, modulaarisia sekä konfiguroitavia.

Yhteistyö ei kuitenkaan yksin ratkaise ongelmia. Laitosten on myös osattava hyödyntää yhteistyössä syntynyttä uutta tietämystä ja viedä se osaksi omaa toimintaansa. Henkilöstöllä tulee olla sekä osaamista että halua kehittää toimintaa. Tässä yhteydessä henkilöstön osallistamiseen ja kouluttamiseen tulee panostaa itseohjautuvuuden takaamiseksi. Tätä varten laitoksien puolestaan on kirkastettava suuntaviivat ja tavoitteet digitaalisen kehityksen suhteen, jotta kehitykselle sekä henkilöstön itseohjautuvuudelle on selkeä suunta.



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



5.2.3 Yhteenveto

WWData projektissa havaittiin, että vesisektorilla tarvitaan uudenlaista osaamista ja paradigman muutosta pidettiin tarpeellisina edellyttäen välittömiä toimia vesialalla digitaalisen muutoksen mahdollistamiseksi. Laitosten lähtökohdat kuitenkin vaihtelevat, jolloin eri yhteistyömuotojen systemaattinen hyödyntäminen autonomisen kehityksen rinnalla voisi mahdollistaa kehityksen suuremmalle joukolle laitoksia sekä tuoda tarvittua vipuvoimaa vesisektorille kokonaisuudessaan.

WWData projektissa tunnistettiin, että yhteistyö vaihtelee alueellisesti. Joillakin alueilla yhteistyötä on jo tehty kattavasti, jolloin sen laajentaminen koskemaan myös digitaalista kehitystä voi olla helpompaa kuin alueilla, joilla yhteistyö on muutoinkin ollut vähäisempää. Alueellisesti tehtävä digitaalinen kehittäminen voi johtaa alueellisesti yhtenäisiin toimintatapoihin ja standardeihin. Tästä voi kuitenkin seurata, että alueelliset erot vesihuoltopalveluiden suhteen kasvavat valtakunnallisten toimintamallien puuttuessa. Kokonaisvaltainen digitaalinen muutos sektoritasolla vaatii kuitenkin uusia toimintamalleja, koska nykyinen osaaminen ja resurssit ovat rajalliset hidastaen kehitystä merkittävästi. Tämän vuoksi eri yhteistyömuotojen systemaattinen hyödyntäminen voisi lisätä vesisektorin digitaalista kehitystä merkittävästi.

5.3 Skenaario 3 – Alustaekosysteemi

WWData projektissa on havaittu, että laitokset, joissa digitaalinen kehitys on edennyt pidemmälle, hyödyntävät innovaatiotoimintaa erilaisten kokeilujen, projektien ja klusterien muodoissa. Toisaalta havaittiin myös, että joiltakin osin innovaatiotoiminta nähtiin epäoleellisena vesisektorille. Julkisen sektorin organisaatiot eivät kuitenkaan toimi eristyksissä vaan ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa, mikä vaatii myös julkisen sektorin toimijoilta kykyä kehittyä nopeasti muuttuvassa ympäristössä. Tämä puolestaan vaatii innovaatiotoimintaa.

Työ- ja elinkeinoministeriön mukaan alustat ja ekosysteemit ovat ratkaisevia innovaatiotoiminnassa sekä digitalisaation tarjoamien mahdollisuuksien hyödyntämisessä⁶. Ekosysteemit yhdistävät yrityksiä, julkisen- ja kolmannen sektorin toimijoita sekä tutkimusta yhteiseen verkostoon. Tässä yhteydessä alustat tarjoavat kanavan vuorovaikuttaa ja vaihtaa palveluita. Vaikka digitaaliset alusta tarjoavat mahdollisuuden laajamittaisiin verkostovaikutuksiin sekä skaalautuviin ratkaisuihin, ei WWData projektissa tunnistettu laajempaa kiinnostusta tämän suuntaiseen kehitykseen. Alustaekosysteemi(t) mahdollistaisivat kuitenkin vesisektorille kaivattua yhtenäisyyttä, skaalautuvia ratkaisuja, se toisi mittakaavaetuja ja edesauttaisi innovaatioiden leviämistä myös niihin laitoksiin, joilla osaaminen ja resurssit ovat rajallisia.

⁶ <https://tem.fi/ekosysteemit>



5.3.1 Hyödyt

WWData projektissa havaittiin huonon yhteentoimivuuden hidastavan vesisektorin digitaalista muutosta. Yhteentoimivuuden ja yhtenäisien toimintatapojen toivottiin lisääntyvän ja tuovan sektorille vertailukelpoisuutta, mutta se kenen tämä tulisi toteuttaa ja miten, jäi epäselväksi. Digitaalinen kehittäminen alustaekosysteemin kautta, jossa on yhtenäisesti linjattu tavoitetila ohjaa kehitystä ja mahdollistaa arvon luonnin organisaatio rajojen yli, voisi tuoda kaivattua sektoritasoista yhtenäisyyttä ja mahdollistaa digitaalisen kehityksen eri kokoisille laitoksille alueellisesta sijainnista riippumatta. Alustan eri toimijat tuottavat ja ylläpitävät toisiaan täydentävää toimintaa, tuotteita ja palveluita yhteisesti sovittujen sääntöjen puitteissa. Alusta mahdollistaisi jopa aivan uudenlaista liiketoimintaa kuten erilaisia datapohjaisia palveluita (DaaS). Palvelut olisivat saatavilla niin vesilaitoksille, yrityksille kuin muillekin toimijoille mahdollistaen datan kattavan hyödyntämisen sekä digitalisaatiosta saatavien hyötyjen toteutumisen.

5.3.2 Haasteet

WWData projektissa havaittiin, että digitalisaation ja datan hyödyntämisen mahdollisuudet eivät ole vielä selkeitä vesisektorilla. Jotta riittävä kiinnostus yhteisen alustaekosysteemin kehittämiseen syntyisi, tulisi sekä ymmärrystä että osaamista sektorilla lisätä. Tämä puolestaan varmistaisi sen, että ekosysteemi saavuttaisi kriittisen massan tuottaakseen laajamittaisia hyötyjä. Toisaalta oleellista olisi muutaman avaintoimijan kiinnostus määritys- ja kehitystyötä kohtaan. Konkreettisia tuloksia tuottaessaan, kiinnostus ekosysteemiä kohtaan lisääntyy ja uusia toimijoita liittyy mukaan. Haasteena kuitenkin on määritys- ja kehitystyö, joka vaatii niin resursseja, osaamista kuin yhteisen tavoitetilan. Lisäksi itse alustaekosysteemi vaatii strategisia päätöksiä sekä laajamittaisia määrityksiä liittyen alustan hallinnoimiseen, datan omistajuuteen, kustannuksien jakautumiseen jne.

5.3.3 Yhteenveto

WWData projektissa on tunnistettu paljon erilaisia haasteita liittyen jätevesiverkosto datan hyödyntämiseen ja digitaaliseen kehitykseen. Riittämätön yhteentoimivuus, puutteelliset rajapinnat, resurssien ja osaamisen vähyyks sekä digitalisaation suuntaviivojen asettamisen vaikeus, tuovat haasteita sektorille, jossa ICT-kehitystä tehdään valtaosin autonomisesti. Sektoritaso yhtenäisyys mahdollistaisi mittakaavaeduct, useampien toimittajien pääsyn markkinoille, uusien innovatiivisten ratkaisuja markkinoille tulon sekä parantaisi yleistä yhteentoimivuutta. Vaikka osa laitoksista on kyvykkäitä digitaalisessa kehityksessä, kaikki eivät. Tämän vuoksi sektori kokonaisuudessaan hyötyisi uusista toimintamalleista digitaaliseen kehitykseen liittyen.

Alustaekosysteemi mahdollistaisi kehityksen kohti yhtenäisempiä toimintamalleja, mutta haasteeksi voi nousta sekä laitosten että yritysten mukaan saaminen. Kehitystä voi alustankin suhteen tehdä inkrementaalisesti ja mukaan voi tulla uusia laitoksia, yrityksiä ja muita toimijoita



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



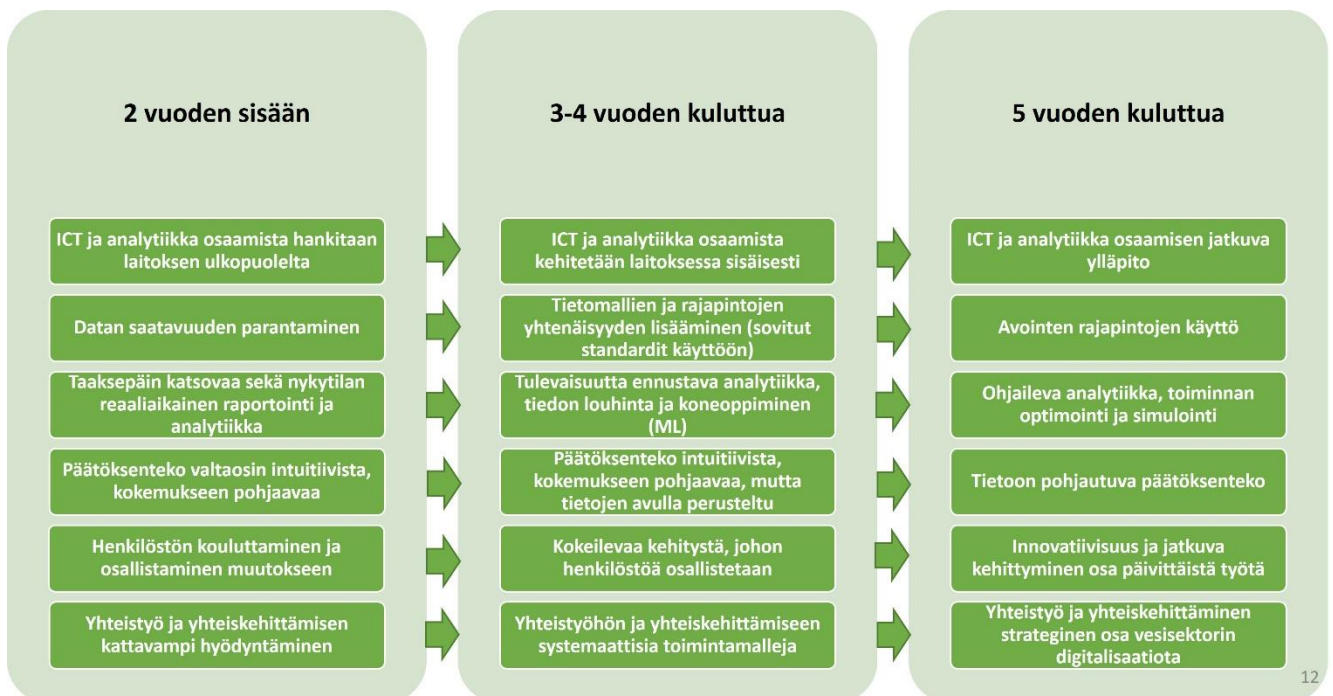
Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

kehityksen edetessä. Alusta voisi luoda vesilaitoksille, yrityksille ja muille toimijoille aivan uudenlaisia mahdollisuuksia kuten uusia liiketoimintamalleja. Se mahdollistaisi myös datan kattavan hyödyntämisen.

6. Loppusanat

Digitalisaatio muovaa vesilaitosten toimintaympäristöä kiihtyvällä tahdilla vaatien uusien toimintamallien ja yhteistyömuotojen hyödyntämistä, koska kehityksen ulkopuolelle jättäytyminen ei pitkällä tähtäimellä ole mahdollista. Tulevaisuuden kehityssuuntaan on mahdollista vaikuttaa aktiivisesti, mutta on hyvä myös huomata, että tulevaisuutta muovaavat myös tekemättä jätetyt asiat. Vaihtoehtoisia tulevaisuuksia on paljon ja laitosten on itse laadittava oma visio tulevaisuuden kehitysskenaarioihin liittyen. Tulevaisuuden visiota tarkennetaan laatimalla kehityspolku. Kehityksen edetessä sekä visiota että luotua kehityspolkuja tarkennetaan ja muokataan halutun tulevaisuuden haltuun ottamiseksi. Myös skenaarioita tarkennetaan oppimisen ja uuden tiedon myötä.

Riippumatta valituista skenaarioista, kuvassa 9 esitetyn osaamisen kasvamisen ja kehityksen etenemisen myötä, liittyen datan varastointiin, yhdistämiseen ja analytiikkaan, laitosten on mahdollista hyödyntää jätevesiverkostosta kerättyä dataa kokonaisvaltaisemmin. Tämä toisaalta vaatii tietoisia päätöksiä ja toimenpiteitä sekä halua oppia ja kehittyä. Edellisessä luvussa tarkastellut mahdolliset tulevaisuuden skenaariot ja niihin liittyvät hyödyt ja haasteet realisoituvat tai jäävät realisoitumatta juuri näiden tulevien tointen mukaan.



Kuva 9. Oppiminen ja kehitys liittyen datan varastointiin, yhdistämiseen ja analytiikkaan.



6.1 Osaaminen

Osaamisen lisääminen on tunnistettu WWDData projektissa tarpeelliseksi toimenpiteeksi vesilaitoksilla vaatien pikaisia toimenpiteitä. Digitalisaation mahdollisuudet eivät rajoitu vain eri teknologioiden käyttöönottoon. Keskeisessä roolissa on myös sekä datan että analytiikan mahdollisuuksien ymmärtäminen. Jotta digitalisaatiosta on mahdollista realisoida kattavasti hyötyjä, tulee laitosten panostaa koko organisaation oppimiseen. Tässä yhteydessä tulee linjata sekä kehityssuunta että digistrategia ja panostaa muutosjohtamiseen. WWDData projektissa havaittiin tarve paradigman muutokselle, joka puolestaan edellyttää välittömiä toimia digitaalisen muutoksen mahdollistamiseksi. Tämä vaatii kuitenkin tietoisia päätöksiä sekä selkeät tavoitteet.

Yksinomaan suurien linjojen määrittäminen ei kuitenkaan riitä, vaan laitosten on panostettava kattavasti osaamisen lisäämiseen sekä tukea koko henkilöstön oppimista digitaalisessa muutoksessa. Erilaisten mahdollisuuksien ja vaihtoehtojen kasvaessa, yhä tärkeämpään rooliin nousee henkilöstön kyvykkyys tutkia ja perehtyä digitalisaation tarjoamiin mahdollisuuksiin ja kehittää omaa työtänsä. Henkilöstölle tulee siis antaa tilaa ja mahdollisuuksia kehittää ja kehittyä. Lisäksi laitokset voivat vahvistaa osaamis pohjaa palkkaamalla rohkeasti ICT- tai analytiikka-asiantuntijoita. Myös eri yhteistyömuodot ja innovaatiotoiminta mahdollistavat uuden tietämyksen synnyn, jolloin laitoksen vastuulle tulee uuden tiedon integroiminen osaksi laitoksen toimintaa.

6.2 Innovatiivisuus

Jatkuva muutos sekä lisääntynyt monimutkaisuus ja epävarmuus vaativat innovatiivisuutta myös julkisen sektorin organisaatioilta. Innovointi onkin noussut keskeiseksi teemaksi julkisen sektorin digitaalisessa kehityksessä. Useat maat, Suomi mukaan lukien, ovat allekirjoittaneet OECD:n julkilausuman⁷ julkisen sektorin organisaatioiden innovatiivisuuden edistämiseksi, IWA⁸ on tunnistanut innovaatiokulttuurin rakentamisen keskeiseksi tavoitteeksi digitalisaation lisäämisessä vesisektorilla ja Vesihuollon suuntaviivat 2020-luvulle⁹ puolestaan ehdottaa omia tutkimus-, kehitys- ja innovaatio-ohjelmia vähintäänkin suuremmille laitoksille. Innovatiivisuutta tarvitaan tehokkuustavoitteisen kehityksen rinnalle, jotta digitaalinen muutos on mahdollista.

Innovaatioprojekteihin osallistuminen on polku innovatiivisen kulttuurin rakentamiselle. Pelkästään alustan tarjoaminen kokeiluille tai pilotoinneille ei kuitenkaan ole riittävä, vaan vesilaitoksien on myös sitouduttava ja osallistuttava aktiivisesti projekteihin, jotta uusia ja innovatiivisia ratkaisuja saadaan aidosti käyttöön. Laitoksilla tulee olla myös suunnitelma, kuinka projekteissa tuotettu uusi tieto viedään osaksi laitoksen toimintaa. Muutoin hyödyt voivat jäädä osin tai jopa kokonaan realisoitumatta. Tässä tärkeäksi nousee määrätietoinen työ ja

⁷ <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0450>

⁸ https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2019/06/IWA_2019_Digital_Water_Report.pdf

⁹ https://valtioneuvosto.fi/documents/1410837/1516651/Vesihuollon+suuntaviivat+2020-luvulle_final_20170622.pdf/cb687a80-dd57-4733-88c7-f3962e4bf9f4



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



tasapainottelu perinteisen tehokkuustavoitteisien kehittämisen ja innovatiivisuuden yhdistämisen välillä.

Yksin kehitysprojekteihin osallistuminen ei kuitenkaan takaa kestävästä kehitystä ja innovatiivisuutta pitkällä aikavälillä. Laitosten tulee myös vahvistaa koko henkilötön kyvykkyyttä ja mahdollisuuksia oppia ja tutkia uusia mahdollisuuksia ja innovoida kuten edellisessä luvussa kuvattiin. Tämä tarkoittaa uudenlaisen innovatiivisen kulttuurin luomista, missä annetaan tilaa kokeiluille ja kehittämisideoille, mutta toisaalta hyväksytään se, etteivät kaikki kokeilut johda onnistuneisiin lopputuloksiin.

6.3 Digitaalinen muutos

Digitalisaatio on megatrendi, joka muokkaa ja mullistaa toimintaympäristöä, jossa vesilaitokset toimivat vaatien uudenlaista kyvykkyyttä ja osaamista. Eri teknologiat, kuten tekoäly ja IoT, liittyvät yhä vahvemmin kaikkien ihmisten työhön. Monimutkaisuuden lisääntyessä on tärkeää, että vesilaitokset kykenevät vastaamaan ympäristön vaatimiin muutoksiin joustavasti ja nopeasti. Tätä varten vesilaitosten on tehtävä tietoisia valintoja kehityksen suhteen ja linjattava digitalisaation suuntaviivat. Kuten aiemmissa luvuissa on kuvattu, ei suuret linjat yksin riitä, vaan laitosten on myös investoitava henkilöstön osaamiseen ja koulutukseen sekä muutosjohtamiseen. Yksilöiden itseohjautuvuus nousee tulevaisuudessa tärkeäksi ominaisuudeksi ja auttaa vesilaitoksia kasvamaan kohti jatkuvaa kehitystä. Tämän vuoksi on tärkeää saada henkilöstö kaikilta organisaation tasoilta mukaan muutokseen. Henkilöstön osallistaminen muutokseen motivoi yksilöitä oppimaan ja kehittämään. Nämä ominaisuudet ovat puolestaan tarpeen digitaalisessa muutoksessa.

Digitaalisessa muutoksessa ja kestävässä kehityksessä keskeisiksi teemoiksi nousevat myös innovaatiotoiminta ja yhteistyö. Nämä muovaavat sekä laitoksien omaa kehitystä että sektoria kokonaisuudessa. Ilman innovointia, mikä käsittää mm. erilaisten teknologioiden suomien mahdollisuuksien tutkimisen ja kokeilun, ei digitaalista muutosta tapahdu. Toisaalta yhteistyö mahdollistaa sekä paremmat innovaatiotulokset että laajamittaisemman sektoritasoisen kehityksen. Vaikka vaatimus vakaisiin julkisiin vesipalveluihin suosii stabiilin nykytilan ylläpitämistä, innovoinnin tulisi olla strateginen osa vesilaitosten toimintaa, jotta myös tulevaisuuden palvelutaso säilyy. Toisin sanoen paradigman muutos vaatii niin kulttuurimuutosta ja uudenlaista osaamista kuin innovointia ja rohkeutta uudenlaisia toimintatapoja ja yhteistyötä kohtaan.



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

