

Vesitase: vedentarve, prosessiveden kierrätys ja hulevesien hallinta

1. Tarkoitus ja yhteenveto

Tässä muistiossa kuvataan Arctialin Kokkola-Kruunupyyn Kruunuportin teollisuusalueelle suunnitellun alumiinitehtaan prosessiveden ja hulevesien hallinnan periaatteet, mitoitusperusteet, sekä järjestelmän toimivuuden arviointi. Yleiskuvaus prosessiveden ja hulevesien järjestelmästä on esitetty liitteessä A.

Keskeiset suunnitteluperiaatteet

Prosessivettä käytetään pääasiassa jäähdytykseen ja prosessikaasujen käsittelyyn (SO₂-pesurit), ja se saadaan Kokkola Industrial Parkin (KIP) hulevesiputken kautta. KIP:stä tarvittavan käyttöveden määrää vähennetään kierrättämällä prosessivesiä ja käyttämällä hulevesiä prosessissa.

Koko 108 hehtaarin päällystetyltä laitosalueelta kerätään hulevedet hulevesiverkostoon ja kahteen alumiinitehtaan alueella olevaan hulevesien viivytysaltaaseen, joista vesi käytetään uudelleen prosessin käyttövetenä (jatkuva tarve 286 m³/h) tai johdetaan hallitusti Perämereen KIP:n hulevesiputkea pitkin (maks. 1 100 m³/h). Hulevedet käsitellään ennen viivytysaltaisiin johtamista öljynerottimilla ja hiekkasuodattimilla hiilivetyjen ja kiintoaineen poistamiseksi. Hulevesijärjestelmä on mitoitettu hallitsemaan kerran 20 vuodessa tapahtuva 20 minuuttia kestävä mitoitussadetapahtuma, eli 0,9 mm/min (Ilmasto-opas 2024; perustuu Katajisto 1969; Saku ym. 2016). Edellä oleva mitoitussadetapahtuma on yleisesti käytetty. Tätä harvinaisemmat sadetapahtumat tuottavat kapasiteetin ylittävää valuntaa, jotka hoidetaan erikseen laadittavalla hulevesien hallintasuunnitelmalla. Hulevesien hallintasuunnitelma laaditaan ympäristölupahakemuksen yhteydessä.

2. Prosessiveden käyttö ja kierrätys

Arctialin laitospuolelta käyttövesi säilytetään 6 400 m³:n prosessivesisäiliössä, josta vettä jaetaan eri toimintoihin alumiinitehtaan ja valssaamon kokonaisvirtaamalla 286 m³/h. Suurimmat yksittäiset kuluttajat ovat alumiinitehtaan SO₂-pesurit yhteistarpeella 200 m³/h. Valimon jäähdytysjärjestelmä vaatii noin 64 m³/h lisävettä jäähdytystornin haihtumis- ja huuhteluhäviöiden kompensointiin. Anodikäsittelyn jäähdytysjärjestelmä kuluttaa noin 9 m³/h ja valssaamon jäähdytys ja prosessi 4 m³/h. Pienempiä vedenkäyttäjiä ovat kompressorit, lämmönvaihtimet, elektrolyysin tukitoiminnot ja työpaja.

Vettä poistuu järjestelmästä haihtumalla (jäähdytystornit ja SO₂-pesurit) ja SO₂-pesurissa syntyvän kipsisakan mukana (sakan kosteuspitoisuus noin 12 %). Noin 15 m³/h palautuu järjestelmään sisäisen kierrätyksen kautta pääasiassa jäähdytysvesijärjestelmästä koska järjestelmästä pitää ajoittain tyhjentää vettä. Nämä palautusvirtaamat vähentävät nettovedenkulutusta keskimäärin tasolle 271 m³/h. Merkittävästi suurempaa sisäistä kierrätystä tapahtuu jäähdytystornisilmukoissa ja SO₂-pesurien lauhdeveden talteenotossa, nämä virtaamat ovat jo huomioitu lisävedentarpeessa.

Lisäksi hulevesiä hyödynnetään prosessissa ja alueelta kerätyllä hulevesivalunnalla korvataan siten KIP:lta tarvittavaa käyttövettä. Hulevedet eivät kuitenkaan riitä kokonaan kattamaan vedentarvetta. KIP:stä tarvittavan veden määrässä on vuodenaikavaihtelua: keväällä lumien sulamisen ja syksyn sadekauden aikana tarve laskee lähelle nollaa, ja talvella, jolloin huleveden talteenotto ei ole käytettävissä, tarve nousee maksimiin. Lisävettä tarvitaan keväällä noin 17 päivänä, syksyllä 20 päivänä, kesällä 23 päivänä ja talvella 28 päivänä. Keskimääräinen vedentarve näinä päivinä on 5 500–6 500 m³/vrk.

3. Hulevesien hallinta

3.1 Hulevesien keräysjärjestelmän kuvaus

Yhteensä 108 hehtaarin päällystetty teollisuusalue on jaettu kolmeen valuma-alueeseen: 1) alumiinitehtaan pohjoinen valuma-alue (42,5 ha), 2) alumiinitehtaan eteläinen valuma-alue (42,5 ha) ja 3) valssaamon valuma-alue (23 ha). Valuma-alueet kattavat koko aidatun teollisuusalueen ja on pyöristetty kokonaisuksi hehtaareihin. Suunnittelun edetessä valuma-alueen koko saattaa pienentyä. Laskelmissa on käytetty täysin läpäisemättömälle päällystetylle pinnalle tyypillistä konservatiivista valumakerrointa ($C = 0,95$). Hulevedet kerätään maanalaisella hulevesiverkostolla (maksimi 15 000 m³:n varastointikapasiteetti) ja johdetaan öljynerotuksen ja hiekkasuodatuksen jälkeen kahteen hulevesien viivytysaltaaseen:

- Pohjoinen allas (varastotilavuus 6 750 m³) vastaanottaa hulevedet alumiinitehtaan pohjoiselta valuma-alueelta;
- Eteläinen allas (varastotilavuus 17 000 m³) vastaanottaa hulevedet alumiinitehtaan eteläiseltä valuma-alueelta sekä valssaamon valuma-alueelta.

Molemmista altaista syötetään vettä prosessin käyttövesijärjestelmään (maks. pumppauskapasiteetti 300 m³/h kustakin altaasta), joka kattaa 286 m³/h:n jatkuvan prosessitarpeen. Altaiden vedenlaatua tarkkaillaan edustavalla ja säännöllisellä näytteenotolla. Käyttövesijärjestelmään sisältyy mahdollisuus veden käsittelyyn laatuvoitteen täyttämiseksi.

Teollisuusalueen valunta sisältää tyypillisesti enemmän epäpuhtauksia sadetapahtuman ensimmäisten 5–10 mm aikana pitkän kuivan jakson jälkeen. Arctialin hulevesijärjestelmä on suunniteltu ottamaan tämä ensihuuhtouma talteen prosessikäyttöön, jossa epäpuhtaudet voidaan poistaa prosessivedenkäsittelyssä.

Kun prosessiveden tarve ylittyy ja hulevesien viivytysaltaat ovat täyttymässä, ylimääräinen hulevesi voidaan johtaa hulevesiputkea pitkin KIP:n kautta Perämereen hydraulisella maksimilla 1 100 m³/h.

Kokonaishulevesijärjestelmän kaavio on esitetty Liitteessä B.

3.2 Järjestelmän keskeiset parametrit

Taulukko 1. Arctialin teollisuuslaitoksen järjestelmän keskeiset parametrit.

Parametri	Arvo
Kokonaisvaluma-alue	108 ha (alumiinitehdas pohjoinen 42,5 + alumiinitehdas eteläinen 42,5 + valssaamo 23)
Valumakerroin (päällystetty teollisuuspinta)	C = 0,95
Esikäsittely (allaskohtainen tulovirta)	Öljynerotin + hiekkasuodatin (hiilivedyt, kiintoaine)
Pohjoinen hulevesiallas — varasto / pumppaustehot	6 750 m ³ / 300 m ³ /h pumppaus prosessin käyttövesijärjestelmään ja 450 m ³ /h pumppaus KIP-hulevesiputkeen
Eteläinen hulevesiallas — varasto / pumppaustehot	17 000 m ³ / 300 m ³ /h pumppaus prosessin käyttövesijärjestelmään ja 650 m ³ /h pumppaus KIP-hulevesiputkeen
Hulevesiverkoston tilavuus	Maksimi 15 000 m ³ 100 %:n täytöllä (osa kokonaisjärjestelmän 38 750 m ³ varastosta)
Prosessiveden tarve	286 m ³ /h jatkuva (vedenkäsittely tarvittaessa laadun varmistamiseksi)
KIP-purku Perämereen (hydraulinen raja)	1 100 m ³ /h (maks. 26 400 m ³ /vrk)
Asemakaavan viivytystvaatimus	1,5 m ³ / 100 m ² tonttialuetta; ≈ 16 200 m ³ vaadittu 108 ha:n alueelle, ja Arctialin järjestelmä on yli kaksinkertainen tähän verrattuna (≈ 38 750 m ³ kokonaisvarasto altaissa ja verkostossa)

3.3 Mitoitusperusteet

Hulevesijärjestelmä on kuvattu liitteessä B. Järjestelmä on suunniteltu ja sitä käytetään seuraavin perustein:

- **Altaiden tyhjeneminen.** Sadetapahtumien välillä altaita tyhjenetään ensisijaisesti jatkuvalla 286 m³/h:n prosessiveden tarpeella, joka ajan myötä kuluttaa pääosan altaiden vesivarastoista. Purku KIP:n alueelle (1 100 m³/h) kytketään käyttöön vain toissijaisena tyhjennysmekanismina, kun altaan vesitilavuus ylittää noin 80% kapasiteetista.
- **Edeltävä kuormitus.** Suunnittelussa otetaan huomioon, että hulevesijärjestelmä ei ole tyhjä mitoitusasteen alkaessa. Oletuksena on, että kerran vuodessa toistuva edeltävä sade (≈ 9 mm) on jo satanut ja kertynyt järjestelmään. Tämä kuormittaa koko hulevesijärjestelmää (altaat ja verkosto yhteensä) noin 9 234 m³:llä (9 mm × 108 ha × C = 0,95) mitoitusasteen alussa, jolloin järjestelmään jää noin 29 500 m³ vapaata kapasiteettia.
- **Hulevesiverkoston tilavuus.** Hulevesiverkoston sisäinen varastointitilavuus on enintään 15 000 m³. Edeltävän kuormituksen oletetaan jakautuvan koko hulevesijärjestelmän kesken (altaat ja verkosto yhteensä). Kevätsulannan aikana ja peräkkäisten rankkasateiden välissä järjestelmä voi olla väliaikaisesti täydempi, mikä huomioidaan hulevesien hallintasuunnitelmassa. Täyttöasteen ylläpitäminen

matalalla edellyttää verkoston aktiivista tyhjentämistä prosessivesijärjestelmään erityisesti ennen ennustettuja rankkasateita.

- **Kokonaisvarakapasiteetti.** Kokonaisvarastosta (38 750 m³ = altaat 23 750 + verkosto 15 000) edeltävä kuormitus (9 234 m³) vie noin 24 %, jolloin jäljelle jää noin 29 500 m³ vapaata kapasiteettia mitoitussateen huippuvirtauksen vastaanottamiseksi.
- **Mitoitustapahtuma.** Järjestelmä on mitoitettu hallitsemaan kerran 20 vuodessa tapahtuva 20 minuuttia kestävä mitoitussade, myös ilmastonmuutoksen vaikutus huomioiden. Suuremmat tai pitkäkestoisemmat ääritapahtumat hoidetaan erillisellä hulevesien hallintasuunnitelmalla.
- **Asemakaavan viivytysvaatimus.** Kokkola-Kruunupyyn kaupungin asemakaava edellyttää hulevesien viivytystä vähintään 1,5 m³ tonttialueen 100 m² kohti. Arctialin 108 hehtaarin alueelle tämä vastaa noin 16 200 m³:n vaadittua viivytystilavuutta. Altaiden yhteisvarasto (23 750 m³) ja hulevesiverkoston puskuri (enintään 15 000 m³) tarjoavat yhdessä noin 38 750 m³, mikä ylittää asemakaavan vähimmäisvaatimuksen noin 2,4-kertaisesti.

3.4 Sadetapaukset ja ylivuotojen arviointi

Hulevesijärjestelmän mitoitustapahtumaksi valittu kerran 20 vuodessa tapahtuva 20 minuuttia kestävä sade (54 mm/h, ja 18 mm) vastaa tämän kokoluokan teollisuuslaitokselle soveltuvaa SFS-EN 752:n korkean suojaustason luokkaa. SFS-EN 752 on rakennusten ulkopuolisten viemäri- ja hulevesijärjestelmien eurooppalainen standardi, joka määrittää järjestelmille toiminnalliset tavoitteet ja mitoituseriaatteen eri suojaustasoilla. Standardi ohjaa muun muassa mitoitussateen toistuvuuden valintaa kohteen riskialttiuden mukaan. Mitoitustapahtuman todennäköisyys on noin 5% ja vastaa virtaamaa 15 400 l/s alueelle, eli 142 l/s/ha.

Mitoitustapahtumaa harvinaisemmat sateet voivat ylittää järjestelmän välittömän kapasiteetin. Laitosalueella tarkasteltiin eri sadetapahtumia. Kapasiteetin ylittävä valunta ja vuosittaiset todennäköisyydet kahdelle vertailutapaukselle (1:50 v 45 min ja 1:100 v 15 min rankkasadetapahtuma) on esitetty Taulukossa 2. Skenaariot valittiin niin, että ne kattavat sekä yleisimmin käytetyt mitoitustapahtumat (1:20 v) että harvinaisemmat ääritapahtumat (1:50 v, 1:100 v) eri kestoluokissa.

Taulukko 2. Järjestelmän toimivuus mitoitustapahtumassa ja kahdessa harvinaisemmassa vertailutapauksessa.

Tapaus	Valunta vs. yhteisvarakapasiteetti	Kommentti
Mitoitustapahtuma (1:20 v, 20 min; 54 mm/h, 18 mm)	18 468 m ³ nettotulva vs. 29 500 m ³ varakapasiteetti	Sademäärä hallitaan alueella, varaa jää ~11 000 m ³ (37 %); ilmastolisällä (+20 %) varaa jää ~7 400 m ³ (25 %)
Kerran 50 vuodessa tapahtuva 45 min kestävä rankkasade (42 mm/h, 31,5 mm)	~2 800 m ³ kapasiteetin ylittävää valuntaa	Vuosittainen todennäköisyys ~2 %; ohjataan hulevesisuunnitelman mukaisia pintavaluntareittejä. Ilmastolisällä (+20 %) kapasiteetin ylittävä valunta ~9 300 m ³
Kerran 100 vuodessa tapahtuva 15 min kestävä	Hallitaan alueella (varaa jää ~6 400 m ³)	Vuosittainen todennäköisyys ~1 %. Ilmastolisällä (+20 %) sademäärä

rankkasade (90 mm/h, 22,5 mm)		edelleen hallitaan alueella (varaa jää ~1 800 m ³)
-------------------------------	--	--

Hulevesien viivytyjärjestelmän kapasiteetti on riittävä yleistä sadetapahtumaa harvinaisemmille, maksimissaan kerran 100 vuodessa toistuville 15 minuutin rankkasadetapahtumille sekä nykyilmastossa (kertymä noin 23 085 m³, varaa ~6 400 m³) että ilmastolisällä (+20 %, kertymä noin 27 702 m³, varaa ~1 800 m³).

Harvinaisemmilla sadetapahtumilla viivytystarve voi ylittää järjestelmän kokonaiskapasiteetin: kerran 50 vuodessa toistuvalla 45 minuutin sateella jo nykyilmastossa. Ilmastonmuutoksen vaikutus on otettu huomioon mitoituksessa: Ilmasto-oppaan (Ilmasto-opas 2024; perustuu Katajisto 1969; Saku ym. 2016) ohjeen mukainen +20 %:n ilmastolisä pitkän käyttöiän infrastruktuurille kasvattaisi kerran 50 vuodessa tapahtuvan 45 minuuttia kestävän rankkasateen kapasiteetin ylittävän valunnan noin 2 800 m³:stä noin 9 300 m³:iin.

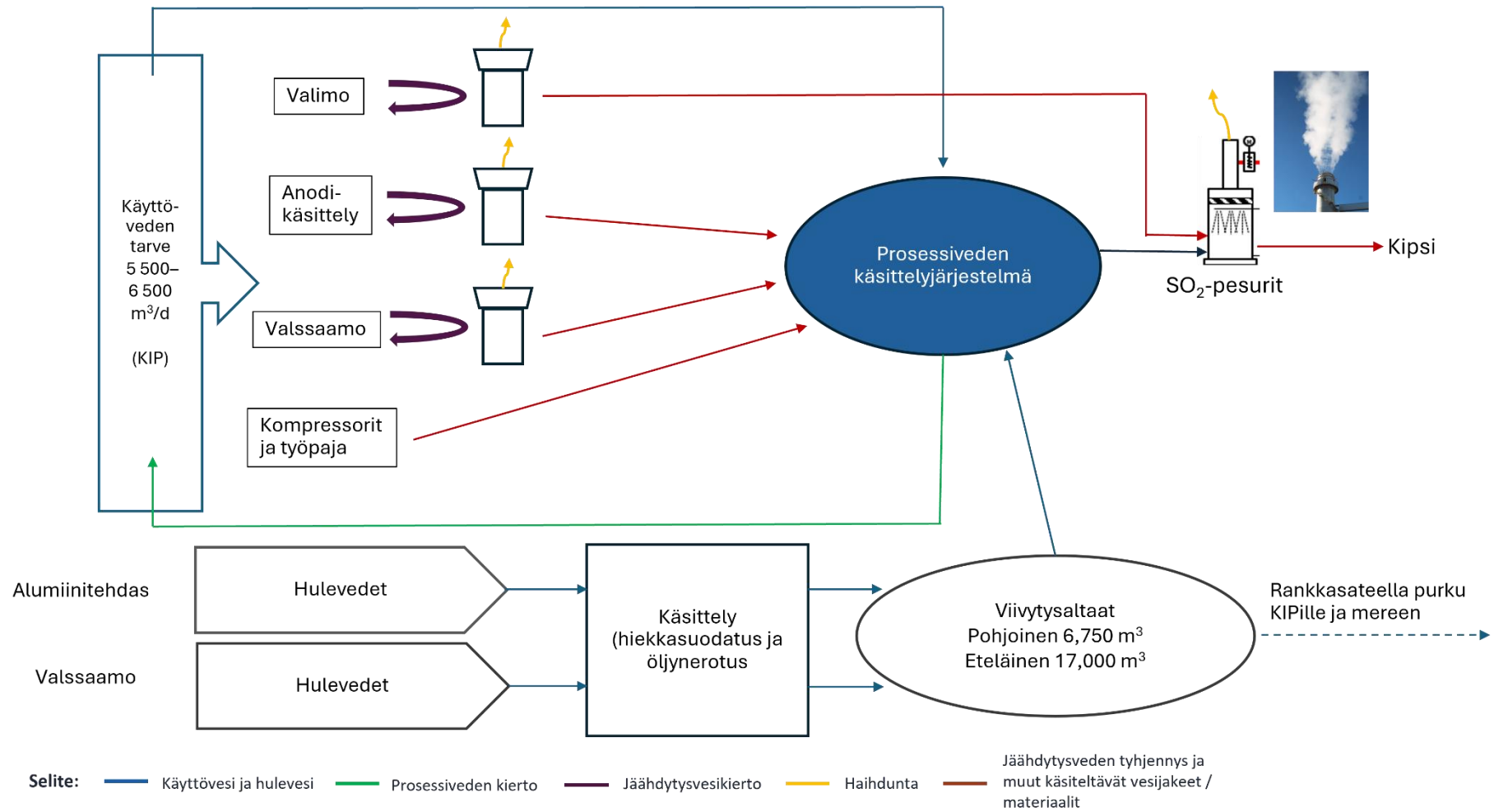
Lähteet:

Ilmatieteen laitos, Suomen ympäristökeskus, Maa- ja metsätalousministeriö & Liikenne- ja viestintävirasto (2024). *Lyhytkestoisten sateiden rankkuus ja toistuvuus aika Suomessa* [interaktiivinen visualisointi]. Ilmasto-opas. Saatavissa: <https://www.ilmasto-opas.fi/visualisoinnit/rankkasateiden-toistuvuus/> [viitattu 20.05.2026].

Katajisto, R. (1969). *Rankkasateiden voimakkuus ja toistumistiheys Suomessa*. Rakennushallituksen tiedotuksia 1969. Helsinki.

Saku, S., Mäkelä, A., Jylhä, K. & Niinimäki, N. (2016). *Lyhytkestoisten sateiden rankkuus ja toistuvuus aika Suomessa*. Ilmatieteen laitos / ELASTINEN-hanke, 15 s.

Liite A. Yleiskaavio vedenkierrosta Arctialin laitoskokonaisuudessa



Liite B. Hulevesijärjestelmän kuvaus

