

# Bio- ja kierotaloustuotteiden valmistaminen

Uusiokuidun valmistaminen kierrätyspuuvillasta

26.2.2025

# Taustaa tekstiilikuitujen kierrätykselle



Tekstiilijätettä syntyy maailmassa vuosittain valtavia määriä. Osa jätteestä syntyy valmistuksen yhteydessä, mutta merkittävän osan kokonaismäärästä muodostavat myös kuluttajien hylkäämät puuvilla- ja puuvillasekoitekankaista valmistetut vaatteet. Ennen kuluttajaporrasta syntyvästä jätteestä jopa 75 % kierrätetään ja hyödynnetään mm. matalamman arvon langoiksi tai non-woven materiaaleiksi lämpö- ja äänieristyskäyttöön kun taas vaatteista muodostuva jäte päättyy suurelta osin, jopa 95 % polttoon tai maantäyttöön.

Euroopan alueella tekstiilijätettä kerätään erilliskeräyksenä n. 2,8 miljoonaa tonnia ja määrän odotetaan moninkertaistuvan vuoden 2025 jälkeen erilliskeräysvelvoitteen astuessa voimaan. Suomessa puuvillan käyttö on alle 40 000 tn vuodessa.

Puuvillan kysynnän valtavan kasvun ja neitseellisen kuidun tuotannon runsaan energian- ja vedenkäytön sekä ympäristövaikutusten vuoksi puuvillakuitujen talteenotto ja uudelleenkäyttö ovat nousseet maailmanlaajuisen mielenkiinnon kohteiksi. Uusia menetelmiä puuvillan erottamiseksi sekoitekankaista kuitujen laatu säilyttäen on kehitetty eri puolilla maailmaa ja Suomessa ollaan aloittamassa tehdasmittakaavan toimintaa tällä saralla.



# Taustaa tekstiilikuitujen kierrätykselle

Puuvillaa sisältävää tekstiilijätettä käsitellään pääasiassa mekaanisesti, kemiallisesti ja termokemiallisesti. Käsittelymenetelmän valinta määräytyy ensisijaisesti raaka-aineena käytettävän jätteen koostumuksen perusteella. Mitä seostetumpaa raaka-aine on, sitä monivaiheisempaa käsittelyä se vaatii.

Puuvilla itsessään koostuu 95 % selluloosakuiduista, mutta sen arvoa säilyttävää kierrätystä ja uudelleenkäyttöä vaikeuttaa puuvillan käyttö sekoitekankaitten komponenttina. Seostus ja epäpuhtaudet tekevät puuvillan talteenotosta haasteellista. Sekoitusmenetelmästä riippuen kuidut voidaan mahdollisesti erottaa mekaanisessa erotuksessa, mutta puuvillakuidut katkeilevat erotusprosessissa ja niiden laatu heikkenee.

# Taustaa tekstiilikuitujen kierrätykselle

Korkeaa arvonsäilytystä tavoiteltaessa kierrätyspuuvilla on saatava mahdollisimman puhtaaksi, mutta samalla kuitumateriaalia on suojeltava liialta lyhenemiseltä.

Karkea mekaaninen käsittely (kierrätysmateriaalin hienontaminen, muovi- ja metalliosien ja epäpuhtauksien erottaminen) on esikäsittelynä tarpeen kaikille käsittelytavoille. Mekaaninen avaaminen (kangas- ja lankarakenteiden purkaminen) voi myös toimia riittävänä käsittelynä puhtaaksi lajitellulle puuvillajätteelle.

Mekaanisen käsittelyn seurauksena kuidut kuitenkin lyhenevät, joten puuvillaraaka-aineen laatu heikkenee kierrätyskertojen lisääntyessä. Tutkimusten mukaan puhtaaksi lajittelun, optimoidun hienonnuksen syötekoon ja hienonnuksen menetelmän avulla saadaan kuidun laatu säilymään parempana ja lyhyiden kuitujen osuus pysyy pienempänä.

# Taustaa tekstiilikuitujen kierrätykselle



Kemiallisella käsittelyllä selluloosapitoinen puuvilla voidaan liuottaa puupohjaisen liukoselluloosan tavoin ja puhdistaa tehokkaasti, minkä jälkeen siitä voidaan valmistaa uutta kuituraaka-ainetta.

Prosessi on mahdollista toteuttaa ympäristöystävällisillä kemikaaleilla esimerkiksi hydrolysoimalla sopivaan kokoon hienonnettu kierrätyskangas rikkihapolla ja sen jälkeen liuottamalla se joko NaOH:n tai LiOH:n ja urean muodostamaan liukseen ja edelleen märkäkehräämällä siitä uutta kuitua.



# Puuvillan kierrätysmenetelmiä

**Mekaaninen käsittely** on investoinneiltaan ja prosessointikustannuksiltaan edullisin tapa kierrättää puuvillaa, mutta toisaalta laadukkaan lopputuotteen aikaansaaminen pelkällä mekaanisella käsittelyllä on haastavaa. Sekoitekuitujen erottelu vain mekaanisia menetelmiä käyttäen on vaikeaa, joten puhtaan puuvillakuidun tuottamiseen lähtömateriaaliksi olisi saatava mahdollisimman puhdasta, löysäksi kankaaksi kudottua ja värjäämätöntä puuvillalumpua.

Valikoidusta ja oikeankokoiseksi leikatusta syötemateriaalista saadaan hallitun murskauksen ja karstauksen kautta langan kehräämiseen ja edelleen kankaanvalmistukseen käyttökelpoista kuitumateriaalia, jossa lyhyiden kuitujen osuus jää kohtuullisen pieneksi. Usein kuitenkin ainakin osa reunaehdoista jää toteutumatta ja optimaalinen lopputulos saavuttamatta, joten mekaanisella käsittelyllä tuotetusta uusiokuiduista valmistetaan enimmäkseen karkeampia lankatuotteita.

# Puuvillan kierrätysmenetelmiä

**Kemiallisella käsittelyllä** selluloosapitoinen puuvillakuitu voidaan liuottaa liukoselluloosan tavoin nestefaasiin, puhdistaa tehokkaasti ja palauttaa takaisin kiinteäksi kuitumateriaaliksi, joka kelpaa laadukkaana langan ja edelleen kankaiden materiaaliksi.

Puuvillakuitujen liuottamiseen on kehitetty uusia menetelmiä, joissa liuottimina toimivat aiempaa ympäristöystävällisemmät ja edullisemmat kemikaalit. Nykyaikaisilla liuotusprosesseilla tuotetun uusiokuidun mekaanisten lujuusominaisuuksien on todettu vastaavan muista selluloosapohjaisista kuiduista valmistettujen, jo kaupallistettujen tuotteiden (esim. rayon) ominaisuuksia.

# Puuvillan kierrätysmenetelmiä

Puuvillajätteen arvon ymmärtämisen lisääntyessä myös kiinnostus löytää erilaisia tapoja sen hyödyntämiseen kasvaa. Kemiallisen lanka- ja kangastuotantoon tähtäävän käsittelyn rinnalla on puuvillajätteelle kehitelty myös muita, selluloosapohjaista rakennetta hyödyntäviä käyttökohteita.

Eräs tällainen on puuvillakuidun kemiallinen liuottaminen ja hyödyntäminen ultrasuodatuksessa käytettävänä selluloosamembraanina. Konseptia kehittäneen ryhmän tutkimusten mukaan näin valmistetut membraanit toimivat hyvin ja ovat potentiaalinen hyödyntämiskohde puuvillajätteelle.

# Puuvillan kierrätysmenetelmiä



Koska kemialliset prosessointimenetelmät ovat kuitenkin vielä enimmäkseen kehitys- ja pilot -tuotantovaiheissa ja mekaanisessa kierrätyksessä on omat rajoitteensa, on puuvillapohjaista jätemateriaalia tarjolla myös kuidun arvonsäilytystä ajatellen alemman luokan käyttökohteisiin.

Esimerkkinä tällaisista, kuitenkin tutkitusti toimivista ratkaisusta on mm. puuvillasekoitekankaista ja uretaanista valmistetut muovikomposiitit, joita voidaan tutkimusten mukaan käyttää tehokkaina äänieristeinä.



# Ympäristönäkökulmaa



Tänä päivänä maailman tekstiilimarkkinat ovat selkeästi petrokemian teollisuuteen pohjautuvien keinokuitujen dominoimia, mutta puuvillapohjaiset tuotteet seuraavat vahvasti toisella sijalla. On arvioitu, että vuoteen 2030 mennessä selluloosakuitupohjaisten tekstiilien käyttö kasvaa 5,4 kg/ henkilö, kun taas puuvillan tuotantomäärät kasvavat samassa ajassa 3,1 kg/henkilö.

Vihreä siirtymä tulee todennäköisesti kiihdyttämään vaihtoehtojen etsintää petrokemiaan perustuville tuotteille, mikä yhdessä väestönkasvun ja yleisen elintason kohoamisen kanssa tulee kasvattamaan puuvillan kysyntää jopa arvioita korkeammalle.

Kun samalla huomioidaan, että puuvillan tuotanto on hyvin energiantensiivistä ( 46 GJ/tn), vesivaroja kuluttavaa (5730 m<sup>3</sup>/tn) ja aiheuttaa merkittäviä hiilidioksidipäästöjä (2 tn/tn), on selvää, että ennustetun kasvun kattamiseksi ja maapallon resurssien järkevän käytön takaamiseksi tarvitaan uusia, tehokkaita toimenpiteitä.



# **Infinite Fiber Company Veitsiluodon pilot-tehdashanke**

**Case –esimerkki bio- ja kiertotaloustuotannosta teollisessa mittakaavassa**



# Infinite Fiber Company

## Veitsiluodon pilot-tehdashanke

### Yleiskuvaus

Tekstiilikuitutehtaalla tuotetaan tekstiilikuitua, jonka raaka-aineena hyödynnetään puuvillarikasta kierrätystekstiiliraaka-ainetta (pääosin tekstiilijätettä) ja tarvittavia selluloosapohjaisia tukiraaka-aineita. Infinite Fiber Companyn käyttämän prosessin avulla kierrätystekstiiliraaka-aineen ja tukiraaka-aineiden sisältämä selluloosa muuntuu karbamaattiprosessin avulla regeneroiduksi selluloosamuuntokuiduksi, jota käytetään tekstiiliteollisuudessa puuvillan, viskoosin ja polyesterin korvaamiseen.

# Infinite Fiber Company

## Veitsiluodon pilot-tehdashanke

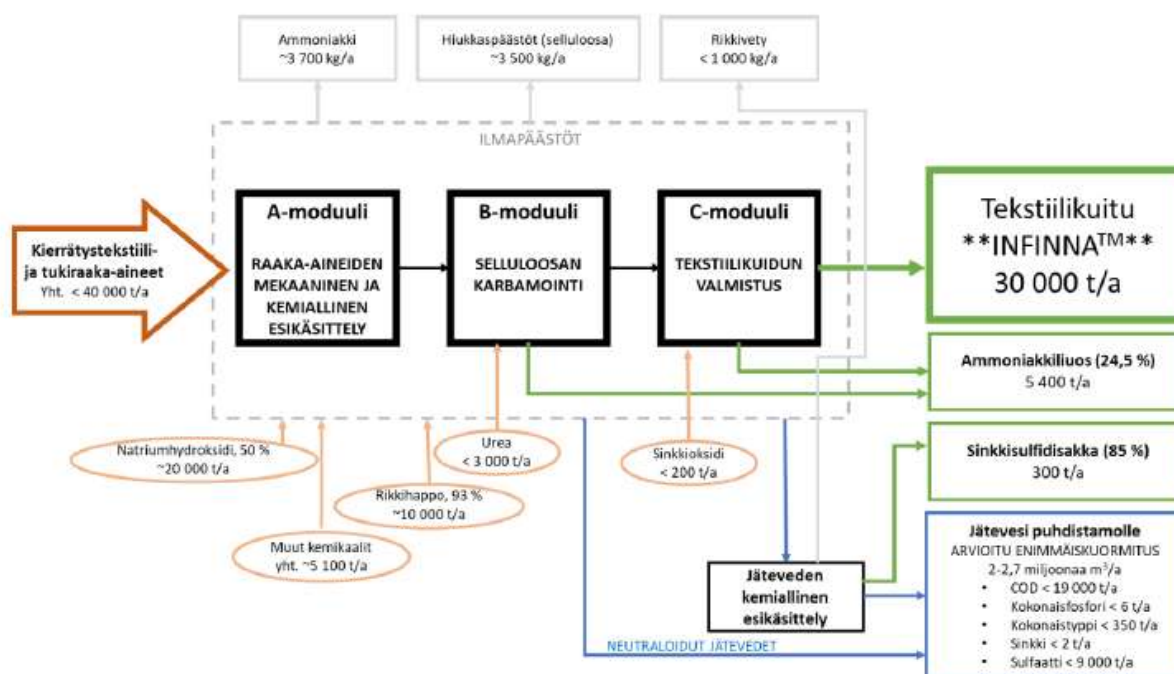
### Tehtaan tuotantoprosessi

Prosessi voidaan jakaa kolmeen tuotanto-moduuliin:

- A) Raaka-aineen vastaanotto, mekaaninen ja kemiallinen esikäsittely
- B) Karbamointiprosessi
- C) Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

Lisäksi toimintaan kuuluu jätevesien kemiallinen esikäsittely ennen ulkoisen toimijan jätevedenpuhdistamolle pumppaamista.

# Infinited Fiber Company Veitsiluodon pilot-tehdashanke



Tekstiilikuitutehtaan yksinkertaistettu prosessikaavio  
Lähde: Ympäristölupahakemus Infinited Fiber Kemi Oy

# **Infinite Fiber Company**

## **Veitsiluodon pilot-tehdashanke**

Moduli A:  
Raaka-aineen vastaanotto, kemiallinen ja mekaaninen  
esikäsittely

# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsittele

## Raaka-aineet

Tuotantoprosessin pääraaka-aine on lajiteltu sekavärinen puuvillarikas kierrätystekstiiliraaka-aine, joka syötetään prosessiin valmiiksi siistattuna tai siistaamattomana

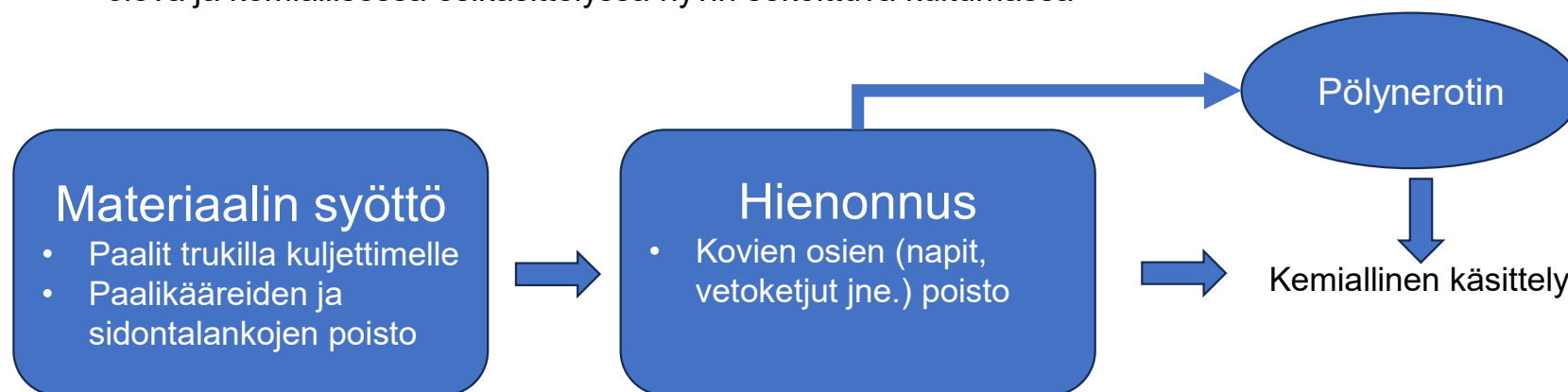
- Tukiraaka-ainesyötteenä voidaan hyödyntää hyvin korkean puuvillapitoisuuden omaavia jätteeksi luokiteltuja, värjäämättömiä tekstiilijätevirtoja
- Ensisijaisena ei-jätteeksi luokiteltavana tukiraaka-ainesyötteenä toimii puukuitupohjainen markkinaliukosellu
- Tukiraaka-aineena voidaan hyödyntää myös kaupallisilta markkinoilta saatavilla olevia kierrätystekstiiliraaka-ainetta sisältäviä kemiallisesti käsiteltyjä puuvillapohjaisia tai puuvilla-puukuituseospohjaisia selluloosamassoja

# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsittely

- Eri tyyppiset tekstiiliraaka-ainesyötteet sekä liukosellu ja liukosellutyypiset massat käsitellään samalla mekaanisen ja kemiallisen esikäsittelyn linjastolla
- Tuotantoprosessi mekaanisen ja kemiallisen esikäsittelyn osalta on jatkuvatoiminen
- Raaka-ainevirrat vastaanotetaan tekstiilikuitutehtaalle lähtökohtaisesti paalimuodossa

# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsitteily

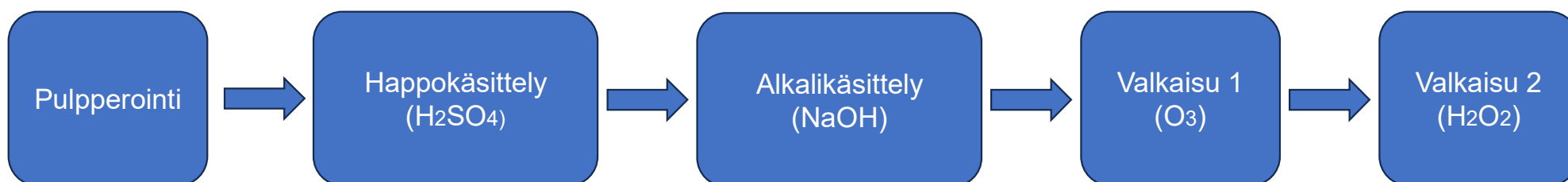
Mekaaninen esikäsitteily on kuivaprosessi, jonka tavoitteena on aikaan saada pumpattavissa oleva ja kemiallisessa esikäsitteilyssä hyvin sekoittuva kuitumassa



Kääreet, sidontalangat ja kova siistausjäte jätehuollon toimijalle jatkokäsittelyyn

# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsitely

Kemiallisen esikäsitelyn tarkoituksena on kemiallisesti puhtaan selluloosan fraktiointi ja selluloosapolymerin molekyyliketjujen pituuden (eli viskositeetin) säätäminen



# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsitteily

## Happokäsittely

- Hienonnettu kierrätystekstiiliraaka-ainesyöte pulpperoidaan eli lietetään tuoreen rikkihapon lisäyksellä vahvistettuun, happokeitosta takaisin kierrätettyyn rikkihappopitoiseen suodokseen ja pumpataan reaktoriin
- Reaktorissa happokäsittely poistaa sekä epäorgaanisia että orgaanisia epäpuhtauksia ja samalla tapahtuu selluloosapolymeerien hallittu pilkkoutuminen
- Happokäsittelyn jälkeen valtaosa happamasta keittoliuoksesta poistetaan massasta ja massa pestään vedellä vastavirtaperiaatteella
- Osa keittoliuoksesta kierrätetään takaisin pulpperille, osa happokäsittelyn massanlaimennoksiin sekä pesuihin ja osa poistetaan happamana jätevesifraktiona jäteveden kemialliseen esikäsitteilyprosessiin

# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsittely

## Alkalikäsittely

- Alkalikäsittelyn tarkoituksena on poistaa polyesterijäämiä ja happokäsittelyn läpäisseitä epäorgaanisia ja orgaanisia epäpuhtauksia sekä kierrätystekstiilien mukana tulleita väripigmenttejä ja puuvillan luontaisia rasvahappoja
- Massaan sekoitetaan kierrätetyn alkalisen keittoliemen ja tuoreen NaOH:n seosta ja se syötetään alkalikeittoreaktoriin
- Keiton jälkeen valtaosa keittoliemestä poistetaan massasta ja ohjataan keittoliemen käsittelyprosessiin
- Massa pestään vedellä vastavirtaperiaatteella ja osa pesussa syntyneestä suodoksesta ohjataan massanlaimennoksiin sekä pesuihin ja osa ohjataan *alkalisen keittoliemen käsittelyprosessiin*

# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsittely

- Alkaisen keittoliemen käsittelyprosessilla saadaan palautettua valtaosa keittoliemen sisältämästä tehollisesta alkalista takaisin keittoprosessiin
- Pääosa alkalikäsittelyn keittoliemeen liuenneista selluloosan ja polyesterin hajoamistuotteista ja muusta alkaliliukoisesta orgaanisesta aineksesta erotetaan
- Erotettu orgaaninen aines johdetaan alkalisena jätevesifraktiona jäteveden kemialliseen esikäsittelyprosessiin
- Ennen kemiallista esikäsittelyä jätevesivirtojen sisältämä vapaa alkali neutraloidaan rikkihapolla

# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsitteily

## Suodatus ja sakeutus

- Happo ja alkalikäsitteilyn suodokset suodatetaan kuitusuodattimilla ja erotettu kuituaines palautetaan prosessiin
- Kuitusuodattimien sihdin läpäissyt hienoaines ohjataan hienoaineksen suodatukseen, josta osa hienoaineksesta ohjataan takaisin prosessiin ja osa yhdistetään kemiallisen esikäsitteilyn yhteyteen kytketyn kuidun ja ei-kuitumaisen aineksen lajitteluprosessista syntyvään rejektiin
- Rejekti sakeutetaan ja suodos ohjataan jätevedenkäsitteilyyn
- Sakeutettu rejekti toimitetaan asianmukaisesti hävitettäväksi jätehuollon toimijan toimesta

# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsittely

## Valkaisu

- Kemiallisen esikäsittelyn päätteeksi selluloosamassa pestään ja valkaistaan jäännösväriaineiden poistamiseksi kaksivaiheisesti otsonia ja vetyperoksidia käyttäen
- Otsonivaiheessa selluloosamassa käsitellään otsonireaktorissa. Ylimääräotsoni ohjataan pesurille, jonka jälkeen pesty poistokaasu johdetaan otsonintuhoajalle ja jäännösotsoni tuhoetaan ennen poistokaasun johtamista ulkoilmaan
- Peroxidivaiheessa selluloosamassa käsitellään vetyperoksidilla peroksidireaktorissa
- Käsittelyjen välissä ja niiden jälkeen massa pestään ja suodokset kierrätetään kemiallisen käsittelyn muihin prosessivaiheisiin laimennos- ja pesuvedeksi

# Moduli A: Raaka-aineen vastaanotto kemiallinen ja mekaaninen esikäsitteily

## Lopputulos

- Mekaanisen ja kemiallisen esikäsitteilyn prosessien tuotteena on valkaistu, kemiallisesti mahdollisimman puhdas selluloosamassa
- Massa ohjataan massasulpun välivarastoon, josta se syötetään karbamointiprosessiin

# Infinite Fiber Company

## Veitsiluodon pilot-tehdashanke

Moduli B:  
Karbamointiprosessi

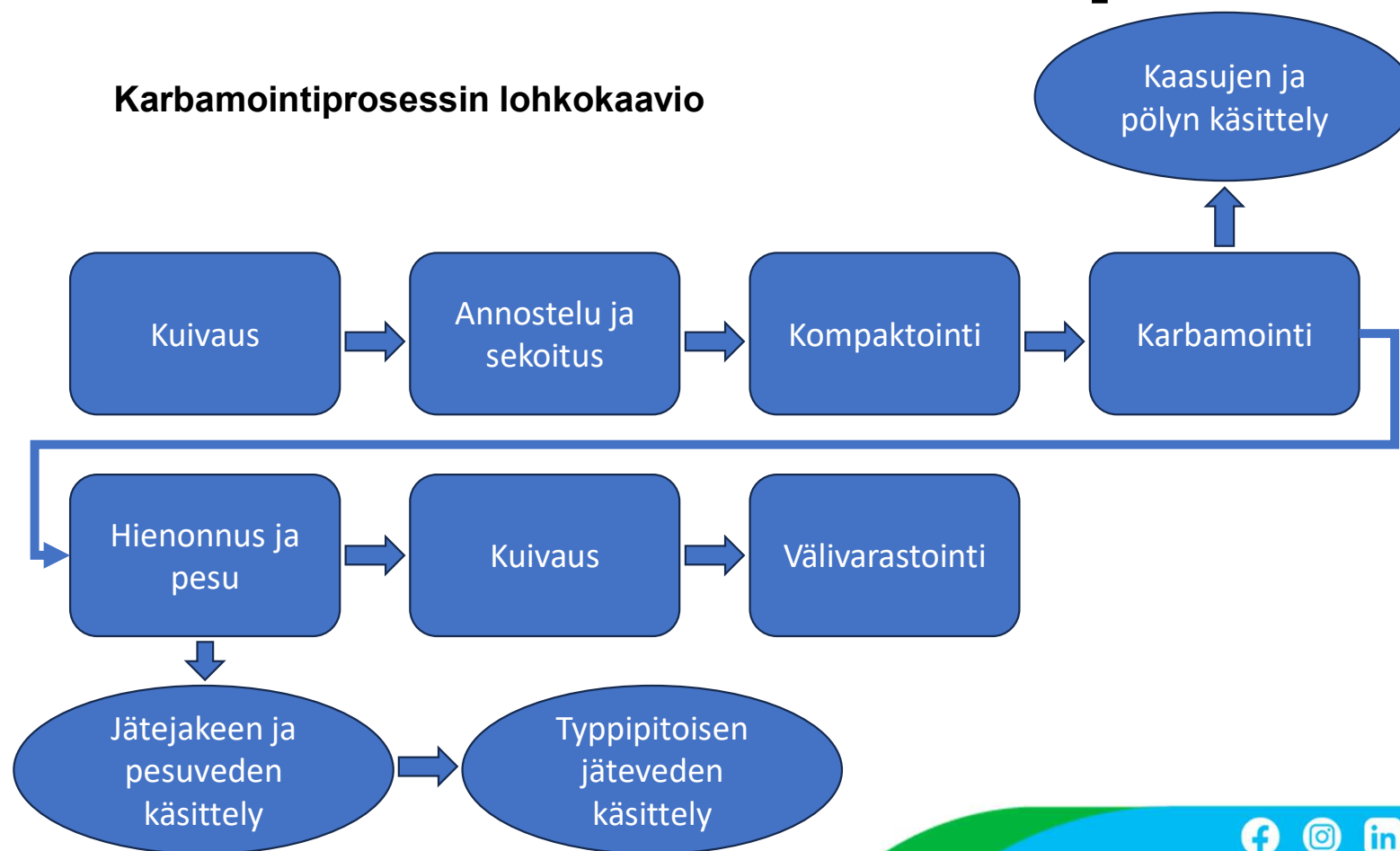
# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Karbamointiprosessin tarkoitus

- Karbamointiprosessissa A-moduulissa valmistettu kemiallisesti mahdollisimman puhdas selluloosa reagoi urean kanssa kuumennettaessa muodostaen alkaliliukoisen selluloosajohdannaisen, selluloosakarbamaatin
- Karbamaatin ohella prosessissa syntyy typpipitoisia sivureaktiotuotteita, jotka otetaan talteen ammoniakkin vesiliuoksena
- B-moduulin tuotantoprosessissa muodostuu välituotetta, stabiilia selluloosakarbamaattipulveria

# Moduli B: Karbamointiprosessi

Karbamointiprosessin lohkokaavio



# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Kuivaus

- A-moduulin massasulpun välivarastosta selluloosamassa pumpataan veden poistoon, jossa massasta poistetaan ensin ensin vesi puristamalla, minkä jälkeen kuiva-ainepitoisuutta nostetaan edelleen kuivurissa
- Puristimella syntyvä suodos johdetaan takaisin massanvalmistusprosessiin A-moduuliin ja massa ohjataan kuivuriin
- Kuivurista syntyvä lievästi kontaminoitunut lauhde pumpataan jätevedenpuhdistamolle

# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Annostelu ja sekoitus

- Kuivurilta selluloosamassa siirretään annostelusiiloihin
- Siiloissa muodostuva pöly kerätään siilojen suodattimiin, joista se palautetaan takaisin annostelusiiloihin
- Siiloista selluloosamassa syötetään sekoittimille, joissa massaan sekoitetaan urean vesiliuosta, joka on valmistettu liuottamalla kiinteää ureaa veteen erillisessä urean liuotusprosessissa
- Sekoittimissa syntyvä pöly kerätään sekoitinlaitteistoihin kytkettyihin suodattimiin ja palautetaan takaisin prosessiin sekoittimien syöttöön

# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Kompaktointi

- Sekoittimilta ureaa ja selluloosaa sisältävä massa siirretään mekaaniseen käsittelyprosessiin, kompaktointiin, jossa saadaan aikaiseksi hyvin tasakoosteinen urea-selluloosamassa
- Mekaanisen käsittelyn aikana muodostuu lämpöä, ja ureaa sisältävästä seoksesta alkaa vapautua ammoniakkipitoista kaasua
- Ammoniakkia sisältävä kaasu imetään lauhduttimelle, josta talteen otettu virta ohjataan edelleen *ammoniakin talteenottoprosessiin*

# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Karbamointi

- Kompaktoitu massa siirretään karbamointireaktoreihin, joissa selluloosa reagoi urean kanssa paineen, lämpötilan ja viiveajan suhteen tarkasti määrätyissä reaktioolosuhteissa
- Ureaa kuumennettaessa syntyy isosyaanihappoa, joka reagoi edelleen selluloosan kanssa muodostaen selluloosakarbamaattia
- Karbamointireaktorista poistettu kiinteä massa sisältää pienen määrän reagoimatonta jäännösureaa sekä karbamointireaktion sivutuotteena syntyviä typpipitoisia yhdisteitä

# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Kaasujen ja pölyjen käsittely

- Karbamointireaktorista vapautuu pääasiallisina kaasumaisina reaktiotuotteina ammoniakkia, hiilidioksidia ja pieni määrä reagoimatonta vapaata isosyaanihappoa, joka käsitellään *ammoniakin talteenotto*prosessissa
- Karbamointireaktorista vapautuva pöly kerätään karbamointireaktoreiden pölysuodattimiin ja palautetaan takaisin reaktorien syötteeseen
- Reaktoreissa syntyvä ammoniakkikaasu imetään lauhduttimille, joista talteen otettu virta ohjataan edelleen *ammoniakin talteenotto*prosessiin

# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Hienonnus ja pesu

- Karbamointireaktion jälkeen reaktorista purettava selluloosakarbamaattia sisältävä massa hienonnetaan ja pestään vedellä vapaaksi reagoimattomasta jäännösosasta sekä karbamointireaktion aikana syntyvistä vesiliukoisista sivutuotteista
- Tekstiilipohjaisen selluloosakarbamaatin ensimmäisessä pesuvaiheessa pesuvesisäiliön pinnalle kertyy pieniä määriä tekstiilijätteestä peräisin olevaa ei-selluloosaperäistä ainesta, kuten kumia ja synteettisten kuitujen jäämiä

# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Jätejakeen ja pesuvesien käsittely

- Kiinteästä aineksesta koostuva jätevirta, otetaan talteen ja toimitetaan jätehuollon toimijalle asianmukaisesti käsiteltäväksi
- Pesuprosessin toisesta vaiheesta talteen otettu typpipitoinen pesuvesi ohjataan *selluloosakarbamaatin typpipitoisen jäteveden käsittelyprosessiin*

# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Kuivaus

- Vesiliukoisesta aineksesta puhtaaksi pesty selluloosakarbamaatti kuivataan ja tarvittaessa uudelleen hienonnetaan
- Kuivurin kaasunpesureilta syntyvä lievästi kontaminoitunut lauhde ohjataan jätevedenpuhdistamolle
- Kuivattu selluloosakarbamaattipulveri kuljetetaan ja varastoidaan välivarastosiiiloihin

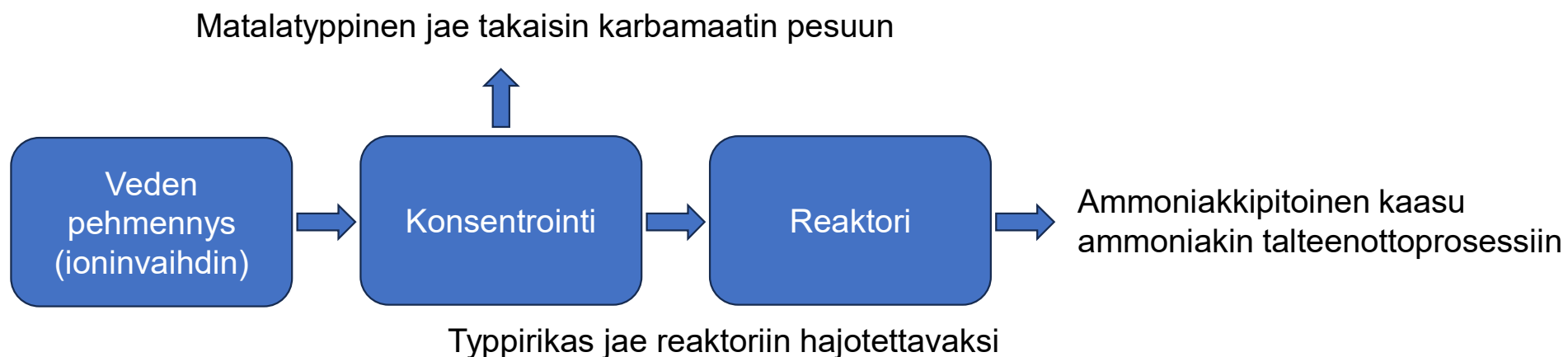
# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Välivarastointi

- Välivarastosiiloissa selluloosakarbamaatti varastoidaan lähtöraaka-aineen tai laadun mukaan, liukosellusta valmistettu materiaali omiin siiloihinsa, tekstiiliraaka-aineesta valmistettu omiin siiloihinsa ja mahdollinen laatuvirheellinen materiaali omiin siiloihinsa
- Siiloissa syntyvää pölyä varten siiloissa on pölysuodattimet, joista pöly palautetaan takaisin siiloihin

# Moduli B: Karbamointiprosessi

Selluloosakarbamaatin typpipitoisen jäteveden käsittely, lohkokaavio



# Moduli B: Karbamointiprosessi

## Selluloosakarbamaatin typpipitoisen jäteveden käsittelyprosessi:

- Selluloosakarbamaatin pesuvesi pehmennetään tarvittaessa ionivaihtimella
- Ioninvaihtimen regenerointi suoritetaan rikkihapolla ja rikkihappopitoinen pääasiassa kalsium- ja magnesiumsuoloja sisältävä pesuliuos johdetaan jätevedenpuhdistamolle
- Pehmennetty typpipitoinen pesuvesi konsentroidaan, jolloin siihen rikastuvat pesuliuoksesta erottuneet typpipitoiset yhdisteet

# Moduli B: Karbamointiprosessi

- Alhaisemman typpipitoisuuden sisältämä jae palautetaan takaisin karbamaatin pesuprosessissa uudelleen hyödynnettäväksi
- Konsentraatti ohjataan edelleen käsittelyprosessiin, jossa typpipitoiset yhdisteet hajotetaan reaktorissa pääosin ammoniakiksi ja syntyvä ammoniakkipitoinen kaasu sekä reaktorista poistuva alite ohjataan *ammoniakin talteenottoprosessiin*

# Moduli B: Karbamointiprosessi

- **Ammoniakin talteenottoprosessiin** ohjataan kaikki kaasumaiset ja nestemäiset ammoniakkia, hiilidioksidia ja vapaata isosyaanihappoa sisältävät virrat. Nämä tulevat B-moduulin osalta kompaktoinnista, karbamoinnista, selluloosakarbamaatin kuivauksesta sekä selluloosakarbamaatin typpipitoisen jäteveden käsittelyprosessista. C-moduulin virrat tulevat kehruuhauteen regeneroinnista sekä kuidun regeneroinnista. B- ja C-moduulien virrat käsitellään toisistaan riippumattomilla kummankin moduulin virtoja varten suunnitelluilla kaasupesuri- ja strippausjärjestelmillä. B-moduulista tulevat kaasut imetään omalle kaasunpesurille, jossa kaasujen sisältämä hiilidioksidi, isosyaanihappo ja ammoniakki absorboidaan veteen. C-moduulin kaasut sisältävät ammoniakkia ja hiilidioksidia, ja ne ohjataan omalle kaasunpesurille, jossa käytetään rikkihappoliuosta. Kaasunpesurissa ammoniakki reagoi rikkihapon kanssa tuottaen ammonium-sulfaattia. Kaasunpesureista poistuviin alitevirtauksiin sekä muihin nestemäisiin virtauksiin lisätään natriumhydroksidia, jolloin kaikki happamat yhdisteet (isosyaanihappo ja hiilidioksidi) reagoivat isosyanaatiksi ja karbonaatiksi sekä mahdollinen ammoniumioni reagoi vapaaksi ammoniakiksi. Ammoniumsulfaatti reagoi ammoniakiksi ja natriumsulfaatiksi.
- Natriumhydroksidilisäyksen jälkeen nestemäiset virrat ohjataan strippauskolonneille, joissa ammoniakki erotetaan nesteestä höyryn avulla. Tätä prosessia nimitetään ammoniakin (höyry)strippaamiseksi. Strippauskolonneissa ammoniakki rikastuu kolonnin huipulle, josta tuotteena lopulta ammoniakin tuoteliuosvarastosäiliöön saadaan tavoitteellisesti noin 24,5 m-% ammoniakkivesiliuos. Vastaavasti strippauskolonnin alitteena saadaan vesiliuos, jossa kokonaistyyppipitoisuus on mahdollisimman alhainen. Kolonnin alitteen vesiliuoksen vapaa alkali neutraloidaan rikkihapolla ja neutraloitu jätevesi ohjataan jätevedenpuhdistamolle.

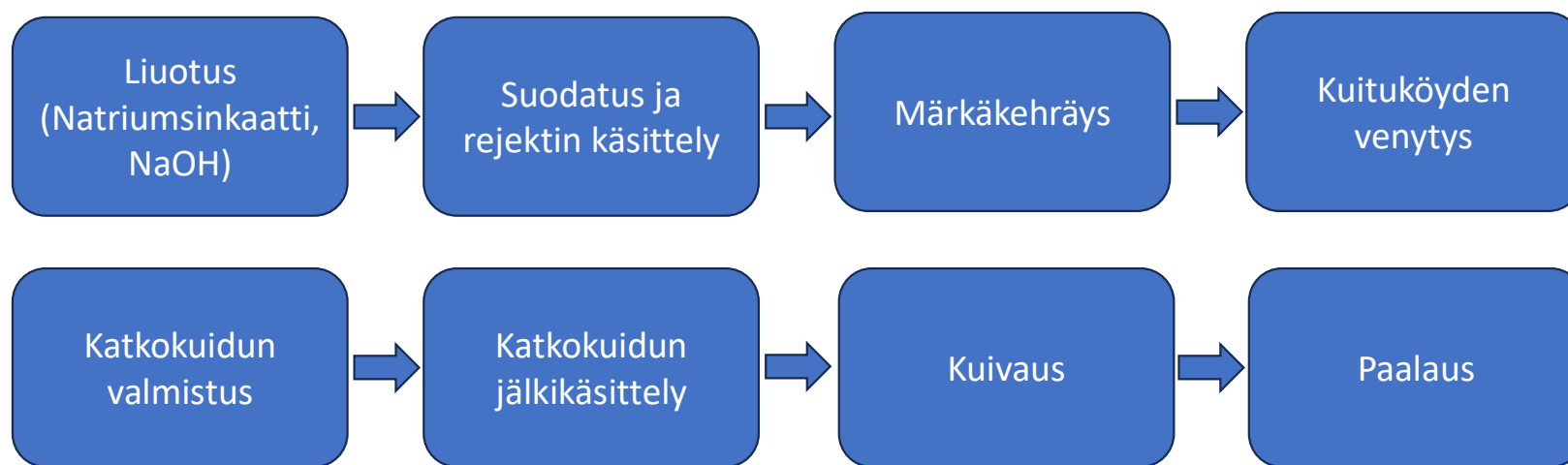
# Infinite Fiber Company

## Veitsiluodon pilot-tehdashanke

Moduli C:  
Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

Liutus ja regenerointi tekstiilikuiduksi, lohkokaavio



# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Natriumsinkaattikonsentraatin valmistus

Natriumsinkaattia käytetään selluloosakarbamaatin liuottimena selluloosakarbamaattikehruuliuoksen valmistuksessa. Sinkkipitoinen alkaliliuos (natriumsinkaattikonsentraatti) valmistetaan panosprosessilla. Prosessin sisäisellä talteenotolla eristettyä sinkkihydroksidilietettä liuotetaan kehruuhauteen kierrätys- ja talteenotto-prosessissa syntyvään sinkkipitoiseen natriumhydroksidiliuokseen. Liuosta kuumennetaan tarkoitusta varten suunnitelluissa natriumsinkaatin valmistusreaktoreissa. Kehruuprosessin sisäinen sinkin- ja alkalinkierto pidetään mahdollisimman suljettuna. Sinkkihäviö korvataan lisäämällä natriumsinkaattikonsentraatin valmistukseen tarvittava määrä sinkkioksidia. Natriumhydroksidihäviö korvataan lisäämällä tarvittava määrä tuoretta natriumhydroksidiliuosta. Erityistilanteessa natriumsinkaattikonsentraatti voidaan valmistaa myös puhtaasta natriumhydroksidiliuoksesta käyttäen pelkästään sinkkioksidia liuoksen sinkkiraaka-aineena. Sinkkioksidipulveri siirretään natriumsinkaattikonsentraatin valmistusprosessiin kytkettyyn sinkkioksidijauheen käsittelyjärjestelmään. Jauheenkäsittelyjärjestelmä on suljettu ja se on varustettu pölynsuodattimilla sinkkioksidipölyn hallitsemiseksi. Sinkkioksidijauhe siirretään kuljettimella natriumsinkaatinvalmistusreaktoreihin. Liuotuserän valmistuttua kuuma natriumsinkaattikonsentraatti pumpataan reaktoreista suodattimen syöttösäiliöön ja laimennetaan vedellä tarvittaessa. Suodattimen syöttösäiliöstä liuos pumpataan edelleen suodatusprosessiin, missä liuoksesta poistetaan kiintoaines. Suodatuksesta syntyy liukenemattomasta sinkkioksidista ja metallihydroksideista koostuvaa pääosin sinkkipitoista sakkajätettä. Sakkajäte johdetaan jäteveden kemialliseen esikäsittelyprosessiin sinkin hyödyntämiseksi. Suodos johdetaan välivarastosäiliöön. Välivarastosäiliössä olevaa natriumsinkaattikonsentraattia annostellaan selluloosakarbamaatti-kehruuliuoksen valmistusprosessiin.

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Karbamaatin liuotus

- Karbamointiprosessilla tuotettu selluloosakarbamaattipulveri siirretään välivarastosiiloista liuotusprosessiin pneumaattisella kuljettimella
- Liuotusprosessissa selluloosakarbamaatti saatetaan kontaktiin *natriumsinkaattikonsentraatista* ja natriumhydroksidin vesiliuoksesta laimennetun liuoksen kanssa
- Liuotusprosessiin yhdistetään myös selluloosakarbamaatti -kehruuliuoksen rejektinkäsittelystä saatava laimea natriumsinkaattiliuos

# Moduli C, Liutus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Liutusprosessin olosuhteet

- Liutusprosessi tapahtuu parhaiten matalassa lämpötilassa
- Tarvittava kylmäenergia tuotetaan erillisellä kylmäntuotantoyksiköllä, jonka avulla seosta jäähdytetään
- Selluloosakarbamaatti liukenee lähes täydellisesti ja muodostuu märkäkehruukelpoinen selluloosakarbamaattiliuos
- Selluloosakarbamaattiliuos suodatetaan liukenemattomien epäpuhtauksien poistamiseksi

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Suodatus ja rejektin käsittely

- Suodatusprosessi on vähintään kaksivaiheinen ja tarvittaessa suodatus tehdään kolmivaiheisesti
- Kustakin suodatusvaiheesta syntyvät rejektit käyvät läpi erillisen rejektisuodatuksen, jonka aksepti palautetaan takaisin tuotantoprosessiin
- Rejektisuodatuksen rejekti liuotetaan natriumsinkaattiliuokseen ja käsitellään liukenemattoman kiintoaineksen poistamiseksi ennen sen palauttamista takaisin tuotantoprosessiin

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Liukenematon rejektijäännös

- Rejektistä talteen otettu kiintoaines sisältää kemiallisen esikäsittelyn läpäisseet tekstiilijätteestä peräisin olevat synteettisten kuitujen jäämät sekä reagoimatta jääneet, liukenemattomat tai osittain lienneet selluloosakarbamaattikuitupartikkelit
- Kiintoainesta sisältävä fraktio syötetään käsiteltäväksi *selluloosakarbamaattiliuosjäänteiden regenerointiyksikköön*, josta kiintoaines päätyy selluloosakarbamaattiliuoksen kiinteän saostusjätteen mukana jätehuollon toimijalle asianmukaisesti käsiteltäväksi

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Selluloosakarbamaattiliuosjäänteiden regenerointi

- Selluloosakarbamaattiliuosjäänteiden regenerointiin kerätään myös kehruprosessin kehrusuulakkeiden vaihdon yhteydessä sekä selluloosakarbamaattiliuosta sisältävien säiliöiden, laitteiden ja putkilinjojen puhdistuksen yhteydessä syntyvät liuosjäänteet, joita ei voida ohjata kehruprosessiin regeneroitavaksi
- Liuos tehdään lievästi happamaksi rikkihapolla, jolloin selluloosakarbamaatti regeneroituu selluloosakarbamaattigeelihiutaleiksi
- Sekoitussäiliöstä selluloosakarbamaattigeelihiutaleita sisältävä seos johdetaan suodatukseen

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Karbamaattigeelin neutralointi

- Sinkkipitoinen suodos ja siihen yhdistetyt selluloosageelihiutaleiden pesuliuokset johdetaan jäteveden kemialliseen esikäsittelyprosessiin käsiteltäväksi
- Selluloosakarbamaattigeeliä sisältävä kiintoaines neutraloidaan kuidunregenerointilinjan jälkikäsittelykoneen loppupäästä saatavalla lievästi alkalisella jäteliuoksella
- Neutraloitu ja mahdollisimman vähän sinkkiä sisältävä kiintoaines kerätään hävitettäväksi asianmukaisesti valitun jätehuoltotoimijan toimesta

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Märkäkehräys

- Suodatuksen jälkeen liukenemattomista partikkeleista vapaa selluloosakarbamaatti -kehruuliuos syötetään ilmanerotuksen kautta märkäkehruuprosessiin selluloosamuuntokuidun, tekstiilikuidun, regeneroimiseksi
- Selluloosakarbamaatti -kehruuliuos pumpataan tarkkuusannostelupumpuilla varmuussuodattimien läpi niin sanottuun kehrupilliin, jonka päähän on asetettu kehrusuulake

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Kehruusuulakkeet ja -pillit

- Kehruusuulakkeessa on useita mikroskooppisia reikiä sisältäviä suulakenappuloita (yhden kehrupillin päässä olevan kehrusuulakkeen kokonaisreikäluku voi olla jopa 90 000)
- Ennen kehrusuulakkeen asentamista kehrupillin päähän selluloosakarbamaatti -kehruuliuosta voidaan valuttaa kehruukoneen valutuskaualoon mahdollisen putkistosta tulevan kiintoaineksen poistamiseksi ja siten kehrusuulakkeen tukkeutumisen ehkäisemiseksi
- Kaukaloön valutettu selluloosakarbamaatti -kehruuliuos huuhdotaan pienen vesivirran avulla *selluloosakarbamaatti -kehruuliuosjäänteiden regenerointiyksikköön*

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Kehruulinja

- Kehruulinja koostuu kahdesta vastakkaisesta pitkästä kehruhauteen täyttämästä kehruuammeesta, johon kehrupillit suulakkeineen märkäkehrun eli tekstiilikuidun regenerointiprosessin käynnistämiseksi upotetaan
- Kummassakin kehruhaudeammeessa on rinnakkain useita kymmeniä kehrääviä kehrusuulakkeita

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Kehruutapahtuma

- Suulakkeiden kustakin mikroskooppisesta reiästä tuleva ohut kehruliuosuuhku saostuu välittömästi yhtäjaksoisiksi kuitufilamenteiksi, jotka kootaan kultakin kehrusuulakkeelta yhteen ja vedetään kehruhauteesta ylös niin sanottuna filamenttikuituköytenä pyörivien vetorullien avulla
- Kehruuhaudeammeen kaikilta suulakkeilta nousevat filamenttikuituköydet kootaan lopulta yhteen paksun filamenttikuituköyden syöttämiseksi venytyshauteeseen

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Kehruutapahtuman hallinta

- Kehruuhaudeammeeseen pumpataan jatkuvasti regeneroitua kehruuhaudetta, jonka lämpötila ja kemiallinen koostumus on säädetty tavoitteen mukaiseksi
- Kehruuhaudeammeessa kehruuhauteen koostumus muuttuu, kun siihen liukenee ja saostuu selluloosakarbamaatti -kehruuliuksen mukana tulevia yhdisteitä
- Ammeesta poistuva kehruuhaude ohjataan kehruuhauteen regenerointi- ja kierrätysprosessiin kemikaalien talteen ottamiseksi ja hauteen koostumuksen säätämiseksi kehruprosessiin palautusta varten

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Filamenttikuituköyden venytys

- Kehruuhaudeammeesta nouseva kuituköysi saatetaan venytyksen alaiseksi venytyshauteessa tekstiilikuidun halutun lujuuden ja venymän saavuttamiseksi
- Venytyshauteen liuoskiertoa ajetaan vastavirtaperiaatteella
- Venytyksen ohella tapahtuu samalla kuituköyden peseytymistä

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Katkokuidun valmistus

- Venytetty kuituköysi ohjataan leikkuriin ja leikataan tyypillisesti noin 40 mm:n määrämittaan katkokuiduksi
- Häiriötilanteissa leikkureilla on mahdollista lopettaa kuidun leikkaus ja kerätä kuitua filamenttikuituköytenä talteen leikkureiden alle kehrulinjan hoitotasolle tai lattialle
- Filamenttikuituköysi, jossa ei ole merkittäviä kietoutumia, voidaan syöttää takaisin leikkurin syöttöön häiriötilanteen selvittyä

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Mahdolliset ongelmatilanteet

- Filamenttikuituköysi, jota ei voida syöttää takaisin leikkuriin ja edelleen tuotantolinjalla käsiteltäväksi, johdetaan niin sanottuna *jäteköytenä jäteköysipesuriin*
- Tekstiilikuitutehtaan kehruuprosessia ei lyhyen häiriötilanteen vuoksi tyypillisesti keskeytetä, koska keskeyttäminen johtaisi kaikkien kehrusuulakkeiden vaihto-operaatioon
- Vaihto-operaatiossa käytetyt suulakkeet toimitetaan *suulakkeiden pesuasemalle* puhdistettavaksi ja uudet käyttökelpoiset suulakkeet vaihdetaan kehruukoneelle tuotantoprosessin uudelleen käynnistämiseksi

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

**Jäteköysipesuri** on pesurumpu, joka toimii panosperiaatteella. Rumpuun annostellaan sopiva määrä jäte-köyttä ja käynnistetään pesuohjelma. Laitteisto toimii automaattisesti pyörittäen rumpua ja annostellen haluttua pesuliuosta asetetun sekvenssin mukaisesti. Pesuliuos otetaan kehrulinjan jälkikäsitteilykoneen loppuosasta poistuvasta valkaisuvaiheen jälkeisestä pesuliuoksesta. Kuidun neutralointia ja sinkinpoistoa varten ensimmäiseen pesuvaiheeseen lisätään rikkihappoa. Rikkihappokäsittelyn jälkeen jäteköysi pestään mahdollisimman neutraaliksi. Pesty jäteköysi johdetaan jäteköysimurskaimeen, jossa yhtäjaksoinen kuituköysi murskataan helpommin käsiteltävään muotoon ja otetaan talteen asianmukaisesti hävitettäväksi valitun jätehuoltotoimijan toimesta. Sinkkipitoiset pesurilta syntyvät jäteliuokset ohjataan jäteveden kemialliseen esikäsitteilyyn.

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Katkokuidun jälkikäsittely

- Katkokuitu huuhdotaan leikkurista viirapesukoneen viiralle ehyeksi kuitumatoksi
- Jälkikäsittelykone muodostuu useista peräkkäisistä erilaisilla vesi- tai kemikaaliliuoskiertoilla (kiertoliuoksilla) varustetuista pesukentistä
- Kuitumaton päällä on koko koneen levyisiä valutuskaukaloita, jonne kiertoliuos johdetaan ja sitä kautta liuos sadetetaan viiralla käsiteltävän kuitumaton päälle
- Tavoitteena on mahdollisimman tasainen sadetus

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Jälkikäsittelyssä suoritettavat toiminnot

Kuidun jälkikäsittely viirapesukoneella sisältää seuraavat käsittelyvaiheet:

1. Alkalinen käsittely
2. Sinkin poisto laimealla rikkihappopesulla
3. Vetyperoksidivalkaisu
4. Neutralointi etikkahapolla
5. Avivointikäsittely (kitkan säätäminen pinta-aktiivisilla aineilla)

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Katkokuitumaton pesu

- Maton alapuolella on ns. sihtilaatikko, jonne kiertoliuos suotautuu kuitumaton läpi
- Sihtilaatikon kautta liuos valuu painovoimaisesti alapuolella olevaan säiliöön tai pumpun imupuolelle palautuen kiertoon
- Jälkikäsittelykoneen peräkkäisiä samankaltaisia kenttiä ajetaan vastavirtaperiaatteella, jossa jälkimmäisten kenttien pesuvesiä ja sinne syötettyä puhdasta lisävetä kierrätetään kohti alkupään kenttiä

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Sihtijäte

- Karkeasuodattimille ja sihtilaatikoiden sihteihin kertyvä liuoskiertoihin viiralta päätynyt kuitumainen aines, ns. sihtijäte, poistetaan aika-ajoin manuaalisesti harjaamalla suodatinelementtejä
- Sihtijäte yhdistetään selluloosapitoisten jätevirtojen kanssa hävitettäväksi valitun jätehuollon toimijan toimesta

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Avivointikäsittely

- Ennen avivointikäsittelyä kuitumatto puristetaan korkeampaan kuiva-ainepitoisuuteen, josta suotautuva vesi johdetaan jätevedenpuhdistamolle
- Avivointikäsittelyn (5) jälkeen kuitumatto puristetaan uudelleen korkeampaan kuiva-ainepitoisuuteen ja puristuskuiva avivoitu katkokuitumassa ajetaan kuivurille, jossa kuitumatto kuivataan kuumalla ilmalla tavoitekosteuspitoisuuteen noin 13 %
- Kuivaajalta poistuva kuivausilma johdetaan lämmöntalteenottojärjestelmään, jossa ylimäärä lämmöstä otetaan talteen ja hyödynnetään esimerkiksi tilojen lämmitykseen (samalla poistoilmasta pestään mahdolliset kiintoainepartikkelit ennen sen johtamista ulkoilmaan)

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Lopputuote

- Kuivattu kuitu siirretään ilmakuljetuksella automaattipaalaamoon, jossa katkokuitu pakataan noin 300 kg:n muovikääreellisiin tuotepaaleihin
- Käytetty siirtoilma johdetaan erilliseen pölypussihuoneeseen, jossa siirtoilmassa oleva pöly kerätään pölypusseihin, jotka edelleen kerätään selluloosapitoisten jätevirtojen kanssa hävitettäväksi valitun jätehuollon toimijan toimesta

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## C-vaiheen poistoilman käsittely

- Kehruukoneen, venytysvaiheen ja pesukoneen alkaisen alkupään poistoilma sisältää ammoniakkia
- Ammoniakki on pääosin peräisin selluloosaan sitoutuneen karbamaattiryhmän purkautumisesta ja hajoamisesta vapaaksi ammoniakiksi
- Poistoilma käsitellään C-moduulin kaasupesurilla, josta syntyvä pesuliuos ohjataan B-moduulin yhteydessä sijaitsevaan ammoniakin talteenottoprosessiin käsiteltäväksi

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Jälkikäsittelykoneen liuosten käsittely

Jälkikäsittelykoneen alussa on mahdollisuus poistaa kiertoliuosta mahdollisten akkumuloituvien eli puolisuuljettuun kiertoon mahdollisesti kertyvien prosessille haitallisten epäpuhtauksien pitoisuuden hallitsemiseksi. Kiertoliuos johdetaan jätevesien kemialliseen esikäsittelyprosessiin.

Rikkihappopesusta (vaihe 2) tuleva lievästi hapan, sinkkiä sisältävä pesuvesi hyödynnetään kehruhaudesuodattimien pesussa. Kehruuhaudesuodattimiin jäänyt sinkkipitoinen saostuma pestään rikkihappoisella liuksella. Hapan pesuvesi, joka sisältää liukoista sinkkiä, johdetaan sinkkihydroksidisaostusprosessiin sinkin kierrättämiseksi takaisin tuotantoprosessiin.

Vaiheesta (3) poistuvaa alkalista pesuvettä käytetään jäteköysipesurilla ja selluloosakarbamaattiliuosjäänteiden regenerointiyksikössä lisävetenä. Loppuosa pesuvedestä johdetaan jätevedenpuhdistamolle.

# Moduli C, Liutus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Kehruuhauteen regenerointi

Kehruuhaudekierto pidetään mahdollisimman suljettuna. Kehruuhauteen regenerointiprosessin tarkoituksena on:

1. Kehruuprosessin aikana selluloosakarbamaattikehruuliuksesta kehruuhauteeseen päätyvien komponenttien, natriumhydroksidin ja sinkin, talteenotto niiden kierrättämiseksi takaisin selluloosakarbamaatin liutusprosessissa hyödynnettäväksi
2. Selluloosakarbamaattipulverin mukana liutusvaiheeseen kulkeutuneen vesiliukoisen typpipitoisen aineksen (pesujäännöksen) sekä liuotuksen jälkeen alkalisissa olosuhteissa tapahtuneen selluloosaan sitoutuneiden karbamaattiryhmien alkalihydrolyysin myötä kehruuhaudekiertoon syntyneen ammoniakkin poistaminen ja ohjaaminen ammoniakkin talteenottoonprosessiin
3. Vesitaseen hallinta vettä haihduttamalla
4. Sinkkipitoisen kiintoaineen poistaminen sinkin talteen ottamiseksi ja palauttamiseksi selluloosakarbamaatin liutusprosessiin
5. Kehruuhauteen aktiivisten komponenttien pitoisuuden säätäminen haluttuun pitoisuuteen ennen regeneroidun kehruuhauteen syöttämistä takaisin kehruukoneelle

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

Kehruuammeesta poistuva kehruhaudevirta käsitellään sinkkipitoisen kiintoaineksen poistamiseksi. Osa käsitelystä kehruhauteesta ohjataan kehruhauteen regenerointiprosessiin käsiteltäväksi. Kehruuhauteesta talteen otettu sinkkisakka liuotetaan laimeaan rikkihappoliuokseen sinkkisulfaattiliuokseksi, joka ohjataan *sinkkihydroksidisaostusprosessiin*.

Osa kehruhaudekierrosta ohjataan edelleen kehruhauteen talteenottoprosessin ensimmäiseen prosessivaiheeseen, jossa kehruhauteen sisältämää toista aktiivikomponenttia poistetaan sen palauttamiseksi takaisin kehruhaudekiertoon. Tästä prosessivaiheesta syntyy ammoniakkipitoinen jätevesivirta, joka johdetaan ammoniakin talteenottoprosessiin käsiteltäväksi.

Ensimmäisessä prosessivaiheessa käsitelty kehruhaude johdetaan toiseen prosessivaiheeseen, missä kehruhauteesta poistetaan pinta-aktiivinen lisäaine. Talteen otettu lisäaine palautetaan selluloosakarbamaatin liuotusvaiheessa uudelleen hyödynnettäväksi

Toisessa prosessivaiheessa käsitelty kehruhaude johdetaan edelleen kolmanteen prosessivaiheeseen, jossa kehruhaudetta käsitellään haihduttamalla. Ammoniakkia vapautuu lauhteeseen ja lauhde johdetaan *ammoniakin talteenottoprosessiin* käsiteltäväksi.

Väkevöity kehruhaude johdetaan edelleen neljänteen prosessivaiheeseen, jossa kehruhauteen sisältämää toista aktiivikomponenttia poistetaan sen palauttamiseksi takaisin kehruhaudekiertoon.

# Moduli C, Liutus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

Natriumhydroksidin suhteen rikastettu kehruhaude ohjataan edelleen viidenteen prosessivaiheeseen, jossa kehruhauteesta erotetaan natriumhydroksidia mahdollisimman puhtaana vesiliuoksena kierrätettäväksi *selluloosakarbamaatin liutusprosessiin* tai hyödynnettäväksi muualla prosessissa. Sinkin suhteen rikastunut sivuvirta ohjataan kuudenteen käsittelyvaiheeseen.

Kuudennessa prosessivaiheessa kehruhauteen natriumhydroksidipitoisuutta nostetaan edelleen haihduttamalla, tällöin toinen aktiivikomponentti saadaan erotettua natriumhydroksidiliuoksesta. Natriumhydroksidiliuos on samalla rikastunut sinkin suhteen natriumsinkaattiliuokseksi, joka kierrätetään takaisin prosessin alkupäähän natriumsinkaattikonsentraatin valmistusprosessiin. Ammoniakkipitoinen lauhde haihdutusprosessista ohjataan *ammoniakin talteenottoprosessiin*.

Kehruuhaudekiertoon syntyy tyypipitoisia yhdisteitä, kun osa selluloosaan karbamoinnissa sitoutuneesta tyypestä vapautuu selluloosakarbamaattikehruuliuokseen. Lisäksi kehruhauteeseen kulkeutuu selluloosakarbamaattipulverin (pesujäännöksen) mukana vähäisiä määriä jäännösuraa ja karbamointiprosessin tyypipitoisia sivureaktiotuotteita, jotka hajoavat ammoniakiksi kehruhauteessa. Ammoniakkipitoisia kaasuvirtoja otetaan talteen kehrukoneelta, venytyshauteesta, leikkureilta ja kuidunjälkikäsittelykoneen alkalisesta alkupäästä. Ammoniakkipitoiset virrat johdetaan *ammoniakin talteenottoprosessiin* käsiteltäväksi.

# Moduli C, Liutus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

## Sinkkihydroksidisaostus

Sinkkihydroksidisaostuksen tarkoituksena on kehruhaudekierrossa saostuvan sinkin sekä jälkikäsitteilykoneen happamissa sinkinpoistovaiheen käsitteilykentistä poistuvan liuoksen sisältämän sinkin ottaminen talteen sinkkihydroksidisaostusprosessilla prosessin sisäistä kierrätystä varten. Sinkkipitoiset eri prosessivaiheissa syntyvät sakat liuotetaan jälkikäsitteilykoneen sinkinpoistokentistä saatavaan laimeaan rikkihappoliuokseen. Näin aikaansaadusta happamasta sinkkisulfaattiliuoksesta sinkki saostetaan natriumhydroksidin avulla säätämällä liuoksen pH lievästi alkaliselle puolelle. Saostusolosuhteet optimoidaan niin, että sinkki saostuu kemiallisesti mahdollisimman puhtaana sinkkihydroksidisakkana. Samalla muodostuu natriumsulfaattia. Sinkkihydroksidisakka erotetaan suodattamalla.

# Moduli C, Liuotus ja regenerointi tekstiilikuiduksi

Suodos sisältää pienen määrän sekä liukoista sinkkiä että sinkkihydroksidipartikkeleita ja se johdetaan natriumsulfaatin talteen ottoyksikön kautta jäteveden kemialliseen esikäsittelyprosessiin käsiteltäväksi. Natriumsulfaatin talteenottoyksikössä suodos kirkastetaan vapaaksi kiintoaineksesta (sinkkihydroksidipartikkeleista) ja suodos konsentroidaan natriumsulfaatin väkevöimiseksi. Konsentraatti johdetaan natriumsulfaatin kiteytysprosessiin, jossa natriumsulfaatti talteen otetaan natriumsulfaattidekahydraattina, joka vaihtoehtoisesti kalsinoidaan vedettömäksi natriumsulfaatiksi. Kemiallisesti puhtaana natriumsulfaattina talteen otettu kidevedellinen tai kidevedetön suola hyödynnetään prosessin sivutuotteena. Sinkkihydroksidisakka lietetään veteen ja pumpataan edelleen sinkkihydroksidilietteen puskurisäiliöön. Sinkkihydroksidilietteen puskurisäiliöstä liete annostellaan edelleen natriumsulfaattikonsentraatin valmistusprosessiin.

# Infinite Fiber Company

## Veitsiluodon pilot-tehdashanke

Jätevesien kemiallinen esikäsittely

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## Sulfidisaostus

- Kemiallisen esikäsittelyn tarkoituksena on käsitellä A-moduulin kierrätystekstiiliraaka-aineen käsittelystä syntyvät raskasmetalleja ja muita haitta-aineita sisältävät jätevedet sekä C-moduulin sinkkipitoiset jätevedet ennen niiden johtamista tekstiilikuitutehtaalta ulkopuoliselle jätevedenpuhdistamolle
- Jäteveden kemiallinen esikäsittely suoritetaan sulfidisaostusprosessilla, jossa sinkki ja pääosa muista jätevesien sisältämistä haitta-aineista rikastuvat sinkkisulfidisakkaan
- Syntyvä sinkkisulfidisakka otetaan talteen ja hyödynnetään prosessin sivutuotteena

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## Keräilyssäiliö

- A-moduulin happo- ja alkalikäsittelyn yhdistetyt jätevedet, joista on suodattamalla poistettu kuitumainen hienoaines, ohjataan jätevesien kemiallisen esikäsittelyprosessin keräilyssäiliöön
- Keräilyssäiliöön ohjataan myös C-moduulin sinkkipitoiset jätevesivirrat, joista prosessiin suoraan kierrätettävissä oleva sinkki on otettu talteen
- Prosessissa syntyvät metallipitoiset jätevedet kerätään keräilyssäiliöihin
- Keräilyssäiliöistä jätevesi johdetaan kemialliseen esikäsittelyyn ja jäteveden pH säädetään sinkin sulfidisaostuksen kannalta sopivaksi eli lievästi happamaksi

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## pH -säätö

- Jätevesi sisältää A-moduulin alkalisen keittoliemen kierrätys- ja käsittelyprosessista peräisin olevaa natriumhydroksidia
- Vapaa natriumhydroksidi neutraloidaan rikkihapolla
- pH-säädetty jätevesi pumpataan sulfidisaostusreaktoriin, jossa saostusolosuhteet on optimoitu sinkkisulfidin saostamiseksi
- Saostuskemikaalina käytetään natriumvetysulfidiliuosta

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## Sinkkisulfidin suodatus

- Saostusreaktorista sinkkisulfidipitoinen käsitelty jätevesi johdetaan puskurisäiliöön, johon syötetään ilmaa rikkivedyn poistamiseksi
- Puskurisäiliöstä vesi pumpataan suodattimelle, jossa sinkkisulfidisakka erotetaan jätevesivirrasta korkeassa kuiva-ainepitoisuudessa

# Jätevesien kemiallinen esikäsittele

## Rikkivedyn käsittely

- Natriumvetysulfidisaostuksessa syntyvä rikkivety imetään saostusreaktorista kaasunpesujärjestelmään rikkivedyn talteen ottamiseksi natriumvetysulfidiliuoksena, joka palautetaan prosessiin hyödynnettäväksi edelleen saostusreagenssina
- Kaasunpesurin jälkeen vähäisiä määriä rikkivetyä sisältävä poistoilma johdetaan ulkoilmaan
- Rikkivedyn muodostumisen vuoksi kaikki säiliöt ja reaktorit ovat suljettuja laitteita ja reaktorit on varustettu vesilukoilla

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## Käsiteltävät vesimäärät

- Kemiallisen esikäsittelyn läpi johdettavien jätevesien virtaama on noin 100 m<sup>3</sup>/h.
- Käsittelyn jälkeen vedet ohjataan viivesäiliöön (250 m<sup>3</sup>).
- Muut jätevedet (noin 160 m<sup>3</sup>/h), jotka eivät tarvitse kemiallista esikäsittelyä sulfidisaostuksella, kerätään jätevesien keräilyssäiliöön esineutralointiyksikön kautta ja ohjataan edelleen viivesäiliöön varsinaisen neutralointiyksikön kautta
- Viivesäiliön kautta neutraloitu jätevesi pumpataan tekstiilikuitutehtaan ulkopuoliselle jätevedenpuhdistamolle

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## Muut saostuvat alkuaineet

- Jäteveden kemiallinen esikäsittelyprosessi poistaa sinkin ohella tehokkaasti jätevedestä myös muita alkuaineita
- Kemiallisessa esikäsittelyssä saostuvat hyvin raskasmetalleista kupari, lyijy, arseeni, antimoni, hopea ja tina
- Sinkkisulfidisaostusprosessilla alhaisessa pH:ssa kyetään poistamaan jätevesistä sinkki ja pääosa muista jäteveden sisältämistä haitta-aineista niin, että prosessin sivutuotteena syntyy jatkojalostusprosessiin kelpaava sivuvirta, eikä siten synny tarvetta sakan loppusijoittamiseen vaaralliseksi luokiteltuna jätevirtana

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## Metallit, jotka eivät saostu jäteveden esikäsittelyssä

- Alhaisessa pH:ssa suoritettussa saostuksessa alumiini, rauta, kalsium, magnesium ja pii eivät merkittävässä määrin saostu sinkkisulfidisakkaan, eivätkä siten rajoita sakan jatkojalostusarvoa
- Alhaisessa pH:ssa suoritettussa saostuksessa myös nikkeli, koboltti ja kromi menevät liukoisessa muodossa kemiallisen jäteveden esikäsittelyprosessin läpi ja niiden reduktio tapahtuu vasta varsinaisessa tekstiilikuitutehtaan ulkopuolella suoritettavassa jäteveden käsittelyprosessissa

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## POP-yhdisteet

- Kierrätystekstiiliraaka-aineen kemiallisesta käsittelystä jätevesiin voi päätyä POP-yhdisteitä.
- POP-yhdisteillä tarkoitetaan tässä ympäristölupahakemuksessa pysyviä orgaanisia haitta-aineita, jotka vuonna 2019 annetun POP-asetuksen (EU) 2019/1021 3 artiklan perusteella on lähtökohtaisesti kielletty, ellei niitä 4 artiklan perusteella ole sallittu
- Selvitysten mukaan POP-yhdisteet poistuvat tehokkaasti sinkkisulfidisanan mukana jäteveden kemiallisessa esikäsittelyssä

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

Aineryhmä	Tarkempi erittely, komponenttikohtaiset reduktioprosentit	Reduktio % (Kemiallisen esikäsittelyn tehokkuuden arvioinnissa käytetty)
Alkyyliifenolit ja niiden etoksylaattit	4-n-Nonyylifenoli >98 % 4-nonyylifenoli >85 % 4-Nonyylifenolidietoksylaatti (isomeerien seos) >65 % 4-Nonyylifenolitrietoksylaatti (isomeerien seos) >80 % 4-Nonyylifenolitetraetoksylaatti (isomeerien seos) >55 % 4-Nonyylifenolipentaetoksylaatti (isomeerien seos) >60 % 4-Nonyylifenoliheksaetoksylaatti (isomeerien seos) >50 %	70
Perfluoratut yhdisteet	kokeellisen selvitystyön tuloksia ei käytettävissä	ei tiedossa
Bromatut difenyylietterit	2,2',4,4'-TetraBDE (BDE-47) >60 %	60
Ftalaattit	Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP) >95 % Di-isodekyyliftalaatti (DIDP) >90 %	90

Taulukko, haitta-aineille tapahtuva reduktio jätevesien kemiallisessa esikäsittelyssä.

Lähde: Ympäristölupahakemus, Infinited Fiber Company Kemi Oy

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

Prosessin vaihe	Syntypaikka	Sulfaattikuorman osuus %
A-moduuli	Kierrätystekstiiliraaka-aineen kemiallinen esikäsittely (happokeitto, valkaisun pH-säätö)	7
B-moduuli	Ioninvaihto	1
C-moduuli	Ammoniakkipesuri (kuidun regenerointiprosessista syntyvien ammoniakkipitoisten kaasujen talteenotto)	4
	Selluloosakarbamaattiliuosjäänteiden regenerointiyksikkö	3
	Jäteköyden pesu	2
	Sinkin talteenotto sinkin kierrättämiseksi sinkkihydroksidisaostusprosessilla	34
Jätevesien neutralointi ja kemiallinen esikäsittely	A-moduulin alkalisten vesien neutralointi (alkalisen keittoliemen käsittelyprosessista poistuva virta kemialliseen esikäsittelyyn)	18
	B-moduulin alkalisten jätevesien neutralointi (ammoniakin talteenotto-prosessista poistuvat virrat)	14
	C-moduulin muiden alkalisten jätevesien neutralointi (kemialliseen esikäsittelyyn johdettava virta)	16
	Yhteensä	100

Taulukko: Tuotantoprosessista ja jätevesien neutraloinnista syntyvän sulfaattikuorman %- jakauma

Lähde: Ympäristölupahakemus, Infinited Fiber Company Kemi Oy

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## Sulfaattikuormituksen hallinta

- Parasta mahdollista teknologiaa edustaisi sinkinkierrätysprosessin yhteyteen kytkettävä natriumsulfaatin talteenottoprosessi, jolla voitaisiin pienentää jätevesiin johdettavaa sulfaattikuormaa noin 34 %:lla
- Vuositasolla tämä tarkoittaisi vesistöön johdettavan sulfaattikuorman pienentymistä noin 3000 tonnilla, mikä vastaisi talteen otettuna (kidevedettömänä) natriumsulfaattina noin 4300 tonnia vuodessa
- Natriumsulfaatti on mahdollista ottaa talteen tässä kohtaa prosessia kiteyttämällä kemiallisesti puhtaana ja siten kaupallisesti hyödynnettävänä sivutuotteena esimerkiksi lasi- ja pesuaineteollisuuden tarpeisiin

# Jätevesien kemiallinen esikäsittely

## Tukiraaka-aineiden vaikutus sulfaattikuormitukseen

- Tukiraaka-aineiden käsittelystä, niin sanotun tukiraaka-ainekampanjan yhteydessä, syntyy noin 20 % vähäisempi sulfaattikuormitus, koska A-moduulin alkalisia jätevesiä ei synny, eikä siten ole niiden neutralointitarvetta
- Lisäksi A-moduulin kemiallisesta käsittelyprosessista syntyvä sulfaattikuorma laskee hieman tukiraaka-aineen kevennetyn esikäsittelyn myötä
- Mikäli tukiraaka-ainekampanjaa ajettaisiin jatkuvasti, olisi tukiraaka-aineen käsittelyllä sulfaattikuormaa alentava vaikutus, teoreettisesti tarkastellen, noin 2000 tonnia vuodessa

# Infinite Fiber Company

## Veitsiluodon pilot-tehdashanke

Tuotanto ja kapasiteetti

# Tuotanto ja kapasiteetti

## Tuotantomäärät ja käyttöaste

- Tekstiilikuitutehtaalla käsitellään saapumistilassa olevaa jätteenksi luokiteltua raaka-ainetta enintään 95 tonnia vuorokaudessa ja 34 000 tonnia vuodessa
- Tekstiilikuitutehtaan prosessit on mitoitettu niin, että tehdas kykenee tuottamaan tekstiilikuitua vähintään 30 000 tonnia vuodessa
- Prosessin pääasiallisena tuotteena syntyvä tekstiilikuitu sisältää 13 % vettä ja kuidun kuiva-ainesisältö on siten 87 %
- Tekstiilikuitutehdasta on suunniteltu käytettävän ympärivuorokautisesti 355 päivänä vuodessa.

# Tuotanto ja kapasiteetti

## Ajomallit

- Tukiraaka-aineena käytettävä liukosellu ja/tai liukosellutyyppinen massa käsitellään tuotantoprosessin A-moduulissa tukiraaka-ainekampanjan aikana eri tavalla kuin kierrätystekstiiliperäinen raaka-ainesyöte
- A-moduulia ja pakotetusti myös B-moduulia ajetaan kampanja-ajoperiaatteella jompaa kumpaa raaka-ainesyötettä kerrallaan hyödyntäen
- Kierrätystekstiiliraaka-ainekampanjan yhteydessä kierrätystekstiiliraaka-aineen joukkoon sekoitetaan tukiraaka-ainetta tyypillisesti 25 % osuus

# Tuotanto ja kapasiteetti

## Kampanjat

- Alustavan suunnitelman mukaan kierrätystekstiiliraaka-ainekampanjan pituus on 5–10 vuorokautta, kun kierrätystekstiiliperäisen raaka-aineen sisältö tekstiilikuidussa on enintään 50 %
- Vastaavasti tukiraaka-ainekampanjan pituus on keskimäärin 15 vuorokautta
- Kun kierrätystekstiiliraaka-aineen osuus tekstiilikuidussa nostetaan tasolle 50–75 %, kierrätystekstiilikampanja-ajon pituus asettuu 12–20 vuorokauden mittaiseksi
- Vastaavasti tukiraaka-ainekampanjan pituus on silloin 6–12 vuorokautta

# **Infinite Fiber Company**

## **Veitsiluodon pilot-tehdashanke**

Tuotteet, välituotteet ja sivutuotteet

# Tuotteet, välituotteet ja sivutuotteet

**Tekstiilikuitutehtaan päätuote** on karbamaattiprosessin avulla valmistettu regeneroitu selluloosamuuntokuitu, jota käytetään pääasiassa tekstiilisovelluksiin. Kuitua kutsutaan siten tekstiilikuiduksi. Tekstiilikuitutehtaassa tuotettua selluloosamuuntokuitua voidaan käyttää myös muihin sovelluksiin, kuten kuitukankaiden valmistukseen.

Kemiallisesti kuitu on selluloosakarbamaattipolymeeriä, koska lopputuote sisältää pienen määrän selluloosaan sitoutuneita karbamaattiryhmiä.

Tuotantoprosessissa muodostuva yhtäjaksoinen filamenttikuitu leikataan leikkurissa katkokuiduksi, joka pakataan tekstiilikuitutehtaalla noin 300 kg:n muovikääreellisiin paaleihin.

Tekstiilikuidun rekisteröity tavaramerkki on InfinnaTM. InfinnaTM -kuidulle on ominaista, että sen kierrätystekstiiliraaka-aineperäinen sisältö on mahdollisimman korkea. Selluloosapohjaisia tukiraaka-aineita käytetään tasapainottamaan tuotantoprosessia tasalaatuisen tekstiilikuidun tuottamiseksi.

# Tuotteet, välituotteet ja sivutuotteet

**Tekstiilikuitutehtaan tuotantoprosessin sivutuotteina** tehtaalla syntyy ammoniakkin talteenoton lopputuloksena ammoniakkin vesiliuosta ja jätevesien sisältämän sinkin talteenoton lopputuloksena sinkkisulfidia.

Ammoniakkin vesiliuos myydään muun teollisuuden käyttöön esimerkiksi lannoiteteollisuuden, kemianteollisuuden ja selluteollisuuden käyttöön sekä energialaitosten tarpeisiin.

Sinkkisulfidi myydään raaka-aineeksi metallinjalostusteollisuudelle, kuten pasutusprosessin kautta sinkinjalostuksessa hyödynnettäväksi.

Natriumsulfaatti myydään raaka-aineeksi mm. lasi- ja pesuaineteollisuuden ja tekstiilien värjäys - viimeistelyprosessien tarpeisiin. Sivutuotteiden kaupallisesta hyödyntämisestä on toistaiseksi käyty alustavia kaupallisia keskusteluja potentiaalisten tahojen kanssa.

# Tuotteet, välituotteet ja sivutuotteet

Tuote	Olomuoto, koostumus	Määrä (t/a)
Päätuote: Infinna™-tekstiilikuitu	kiinteä katkokuitu, kosteuspitoisuus noin 13 %	30 000
Sivutuote: Ammoniakkiliuos	neste, enintään 24,5 % ammoniakkia sisältävä vesiliuos	<5 500
Sivutuote: Sinkkisulfidi (ZnS)	kiinteä, hienojakoinen pulveri, kosteuspitoisuus noin 15 %	<300
Sivutuote: Natriumsulfaatti (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	kiinteä, kiinteä, kiteinen pulveri, vedettömänä	4 300

Taulukko: Arvio prosessissa syntyvien pää- ja sivutuotteiden määrästä ja laadusta  
 Lähde: Ympäristölupahakemus, Infinited Fiber Kemi Oy

# **Infinite Fiber Company**

## **Veitsiluodon pilot-tehdashanke**

Toiminnasta muodostuvat päästöt

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

## Yleiskuva päästöistä

- Tekstiilikuitutehtaalla syntyy vähäisiä ilmapäästöjä sekä tehtaan ulkopuoliselle jätevedenpuhdistamolle johdettavia jätevesiä
- Maaperään ja pohjavesiin ei kohdistu normaalissa toiminnassa päästöjä
- Näiden lisäksi tekstiilikuitutehtaan toiminnasta syntyy melua, joka ei kuitenkaan suoritettun meluselvityksen mukaan ole häiritsevää tai haitallista Veitsiluodon teollisuusalueen ulkopuolella

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

## Päästöt vesiin

- Prosessijätevesiä muodostuu raaka-aineen kemiallisesta käsittelystä, karbamoinnista ja kuidun valmistuksesta
- Näiden lisäksi jätevesiä muodostuu poistokaasujen pesureista, jäähdytysvesijärjestelmästä sekä laitteistojen, säiliöiden ja putkistojen puhdistamisesta
- Jätevesiin kertyy pääasiassa liukoisia orgaanisia aineita, joiden määrää mitataan kemiallisen hapen kulutuksen (CODCr) avulla

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

## Vesipäästöjen lähteet

- Valtaosa COD-kuormituksesta (yli 90 %) syntyy kierrätystekstiiliraaka-aineen kemiallisesta käsittelystä ja koostuu pääasiassa selluloosan ja polyesterin pilkkoutumistuotteista
- Kun prosessin raaka-aineena käytetään tukiraaka-ainesyötettä, syntyy enintään 20 % kokonais-COD-kuormitus kierrätystekstiiliraaka-ainesyötteellä toimivaan prosessiin verrattuna
- COD-kuorman lisäksi jätevesiin päätyy selluloosaperäistä orgaanista kiintoainesta, ravinteita ja suoloja
- Kiintoaines on peräisin raaka-aineen kemiallisen käsittelyn kuitusuodattimet läpäisseestä hienoaineksesta, viemäriin päätyneestä kuitusulpusta tai selluloosakarbamaattipartikkeleista

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

## Typpipäästöt

- Prosessissa syntyy sivureaktiotuotteina ammoniakkia, isosyaanihappoa ja sitä vastaavia suoloja, biureettia ja pieniä määriä muita typpipitoisia yhdisteitä
- Jätevesiin päätyvät typpipäästöt koostuvat mainituista typpipitoisista yhdisteistä ja tyyppistä pääosan arvioidaan olevan ammoniumtyyppinä
- Typpipäästöt jakautuvat tasaisesti kaikkien kolmen tuotantomoduulin kesken ( A-moduulista syntyvä typpipäästö on peräisin kierrätystekstiiliraaka-aineesta)

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

## Fosfori, sulfaatti- ja POP-yhdistepäästöt

- Arviolta puolet prosessin fosforipäästöstä vapautuu kierrätystekstiiliraaka-aineesta ja puolet päättyy jätevesiin tekstiilikuidun fosforipitoisten viimeistelyaineiden käytöstä
- Jäteveteen päätyvät suolat ovat pääosin sulfaattia, joka on pääosin peräisin rikkihapon käytöstä jätevesien neutraloinnissa
- Näiden lisäksi jäteveden kemialliseen esikäsittelyyn johdettaviin jätevesiin voi päätyä kierrätystekstiiliraaka-aineen mukana tulevia haitta-aineita: raskasmetalleja ja mahdollisesti pysyvien orgaanisten haitta-aineiden jäämiä (POP-yhdisteitä)

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

## Jätevesien käsittely

- Tekstiilikuitutehtaalta johdetaan prosessijätevesiä ulkopuoliselle jätevedenpuhdistamolle keskimäärin 6 000 m<sup>3</sup>/d
- Kemiallista puhdistusta vaativat jätevedet puhdistetaan kemiallisesti saostamalla ennen niiden johtamista jätevedenpuhdistamolle
- Muut jätevedet neutraloidaan ennen niiden johtamista jätevedenpuhdistamolle

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

Parametri	Kierrätystekstiiliraaka-aineajo, kg/d	Tukiraaka-aineajo, kg/d
Kemiallinen hapen kulutus (COD <sub>Cr</sub> )	54 500	11 000
Kiintoaine	800	800
Kokonaistyyppi	1 000	900
Kokonaisfosfori	16	10
Sulfaatti	17 000	12 000
Sinkki	5	5

Taulukko: Ulkopuoliselle jätevedenpuhdistamolle johdettava enimmäiskuormitus pääkomponenttien osalta  
 Lähde: Ympäristölupahakemus Infinited Fiber Company Kemi Oy

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

## Mikromuovit

- Kierrätystekstiiliraaka-aine sisältää selluloosan ohella synteettisiä kuituja, joista voi päätyä mikromuoviksi määriteltäviä partikkeleita jätevesiin
- Mikromuovien esiintyminen on todennäköisintä A-moduulin happokäsittelyvaiheesta syntyvissä jätevesissä, koska tässä kohtaa prosessia käsiteltävä selluloosa-aines sisältää vielä kaiken polyesterin
- Mikromuovipartikkelien uskotaan merkittävältä osin tarttuvan sinkkisulfidisakkaan ja erottuvan näin jätevedenkäsittelyprosessia
- Nevelin jätevedenpuhdistamolla jätevedet käsitellään- vielä sekä biologisella käsittelyllä että saostamalla/suodattamalla, jolloin mikromuovien reduktion arvioidaan ylittävän 80 %

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

## Päästöt ilmaan

- Tekstiilikuitutehtaan tuotantoprosessista vapautuu ilmaan sekä orgaanisia selluloosaperäisiä hiukkaspäästöjä että epäorgaanisia kaasumaisia ammoniakki- ja rikkivetypäästöjä
- Lisäksi alueella tapahtuva liikenne synnyttää ilmapäästöjä
- Päästöjen lasketuissa arvoissa on käytetty tekstiilikuitutehtaan toiminta-aikana 355 päivää vuodessa

# Toiminnasta muodostuvat päästöt

Prosessin vaihe	Moduuli	Päästölähde kartalla	Päästö	Päästömäärä g/h	Päästömäärä kg/a
Mekaanisen esikäsittelyn pölysuodatin	A	1	Selluloosaperäiset hiukkaset	170	1400
Kuivatun selluloosamassan pneumaattisen kuljetuksen pölysuodatin	B	17	Selluloosaperäiset hiukkaset	100	830
Kuivatun selluloosakarbamaatin pneumaattisen kuljetuksen pölysuodatin	B	22	Selluloosakarbamaattiperäiset hiukkaset	100	830
Tekstiilikuidun pneumaattisen kuljetuksen pölysuodatin	C	15	Selluloosakarbamaattiperäiset hiukkaset	40	340
<b>Hiukkaset yhteensä</b>				<b>410</b>	<b>3400</b>
Jätevesien kemiallisen esikäsittelyn kaasunpesuri (kolme eri päästölähdettä)	C	16	Rikkivety	110	920
<b>Rikkivety yhteensä</b>				<b>110</b>	<b>920</b>
Ammoniakin talteenotto-prosessin kaasunpesuri	B	27	Ammoniakki	15	120
Kehruukoneen poistoilman kaasunpesuri	C	11	Ammoniakki	420	3600
<b>Ammoniakki yhteensä</b>				<b>435</b>	<b>3720</b>

Taulukko: Tekstiilikuitutehtaan ilmanpäästölähteet ja arvioidut päästömäärät

Lähde: Ympäristölupahakemus Infinited Fiber Company Kemi Oy

# Käytetyt lähdemateriaalit

- Anastaasia Lopatina, Ikenna Anugwom, Herve Blot, Angela Sanchez Conde, Mika Mänttari, Mari Kallioinen, 2021. Re-use of waste cotton textile as an ultrafiltration membrane. Elsevier:
- Burcin Ütebay, Pinar Celik, Ahmet Cay, 2019. Effects of cotton textile waste properties on recycled fibre quality. Elsevier:
- M. Hummel, A. Michud, M. Tanttu, S. Assaadi, Y. Ma, L.K.J Hauru, A. Parviainen, A.W.T. King, I. Kipeläinen, H. Sixta, 2016. Ionic liquids for the production of man-made cellulosic fibers: opportunities and challenges. Cellulose Chemistry and Properties: Fibers, Nanocelluloses and Advanced Materials, Springer 2016 pp 133-168
- Sakthivel, S., Kumar, S.S., Melese, B., Mekonnen, S., Solomon, E., Edae, A., Abedom, F., Gedilu, G. 2021. Development of nonwoven composites from recycled cotton/polyester apparel waste materials for sound absorbing and insulating properties. Elsevier:
- Submarian, S. M. 2014 Assessing the environmental impact of textiles and the clothing supply chain. UK: Elsevier: Woodhead Publishing.
- Vadicherla, T., Saravanan, D.2017. Effects of blend ratio on the quality characteristic of recycled polyester/cotton blended ring spun yarn. Fibres Text. East. Eur. 25 (122), 48-52.
- Wang,Y, Zang,Y., Polk, M., Kumar, S., & Muzzy, J 2003 Recycling of carpet and textile fibres, In A. L. Andrady (Ed.) Plastics and the environment: A handbook (pp 697 – 725). New York: John Wiley & Sons
- Wangcheng Liu, Shuyan Liu, Tian Liu, Tuan Liu, Jinwen Zhang, Hang Liu, 2018 Eco-friendly post-consumer cotton waste recycling for regenerated cellulose fibers.Elsevier:
- Ympäristölupahakemus, Infinited Fiber Kemi Oy

# Rajatonta osaamista pohjoisesta!

26.2.2025