



Polymeerit lietteenkuivauksessa

Jätevesikoulutuspäivät 2017, Kylpylähotelli Rauhanlahti, Kuopio
Eelis Kähkönen

Water is the connection **kemira**

Sisältö

1. Polymeerit

- Yleistä polymeereistä
- Flokkaus
- Polymeeriliuoksen valmistus
- Annostelu
- Polymeerilaadun valinta
- Annos
- Vaahtoaminen

2. Dekanterilingot

- Rakenne
- Parametrit
- Partikkelikoko

3. Optimointi

- Polymeeri
- Linkoparametrit

4. Cut-back laadut



Polymeerit



Polymeerityypit ja tuotemuodot

Polymeerityypit:

- **Polyakryyliamidit**
 - Kopolymeerit
 - Anioniset
 - **Kationiset**
 - Nonioniset
 - Funktionaaliset
 - HyPAM
 - **Lineaariset**
 - Haaroittuneet
- Polyamiinit
- PolyDADMAC

Tuotemuodot:

- **Kuiva**
- Käänteinen emulsio
- Liuos
- Vesidispersio

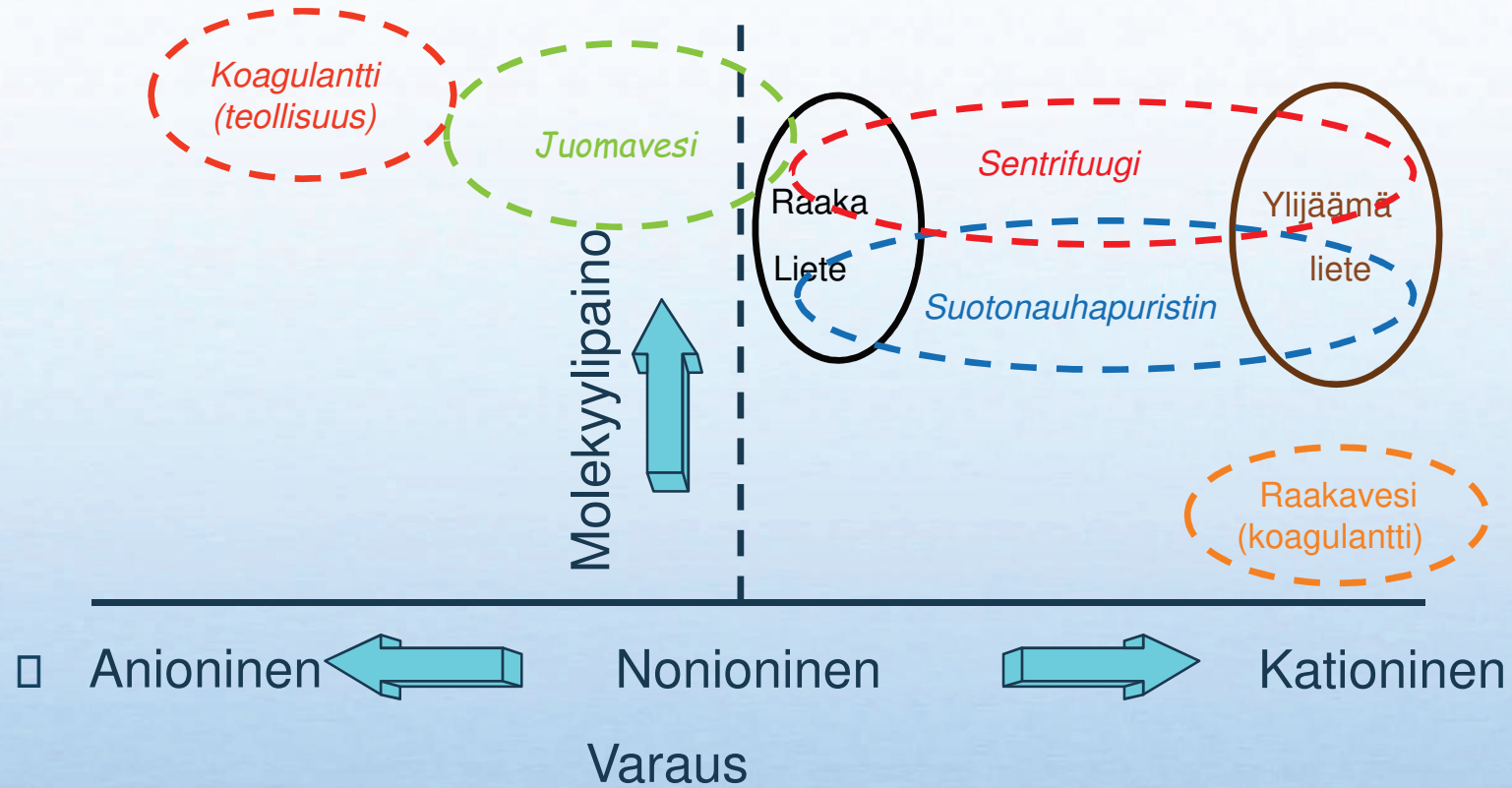


Polymeerien ominaisuudet

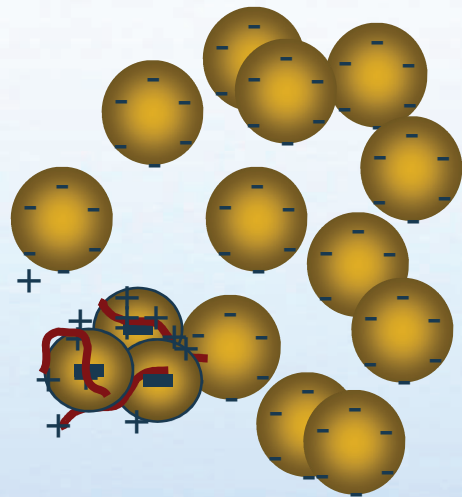
- Varausaste
 - Kationinen (+), anioninen (-) tai varaukseton
- Molekyyllipaino
 - ”Ketjunpituus”
 - Mitataan usein epäsuorasti liuoksen viskositeetin kautta
- Bulkkitiheys, kg/m^3
- Johtokyky
 - Kertoo polymeerin epäpuhtauksista, esim. suola
- Akryyliamidimäärä
 - Polymeerin valmistuksessa käytettävä aine
- Liukenemattomien aineiden määrä



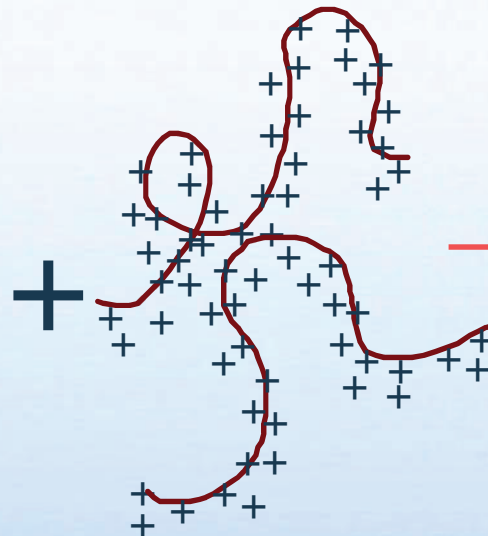
Polymeerityypit ja käyttökohteet



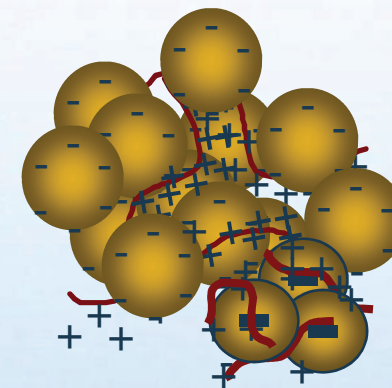
Flokkaus



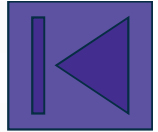
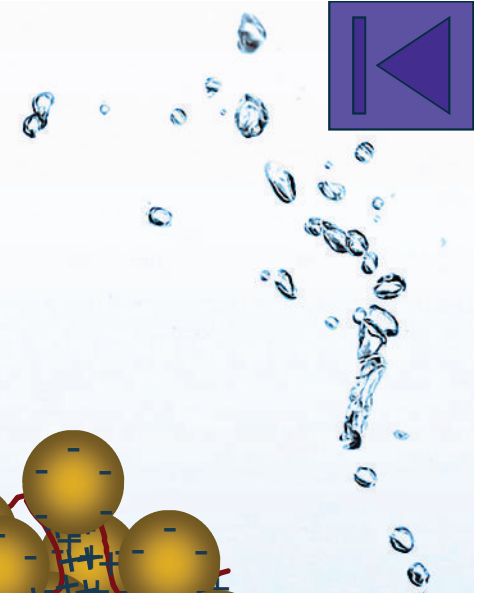
Negatiivisesti
varautuneita
partikkeleita



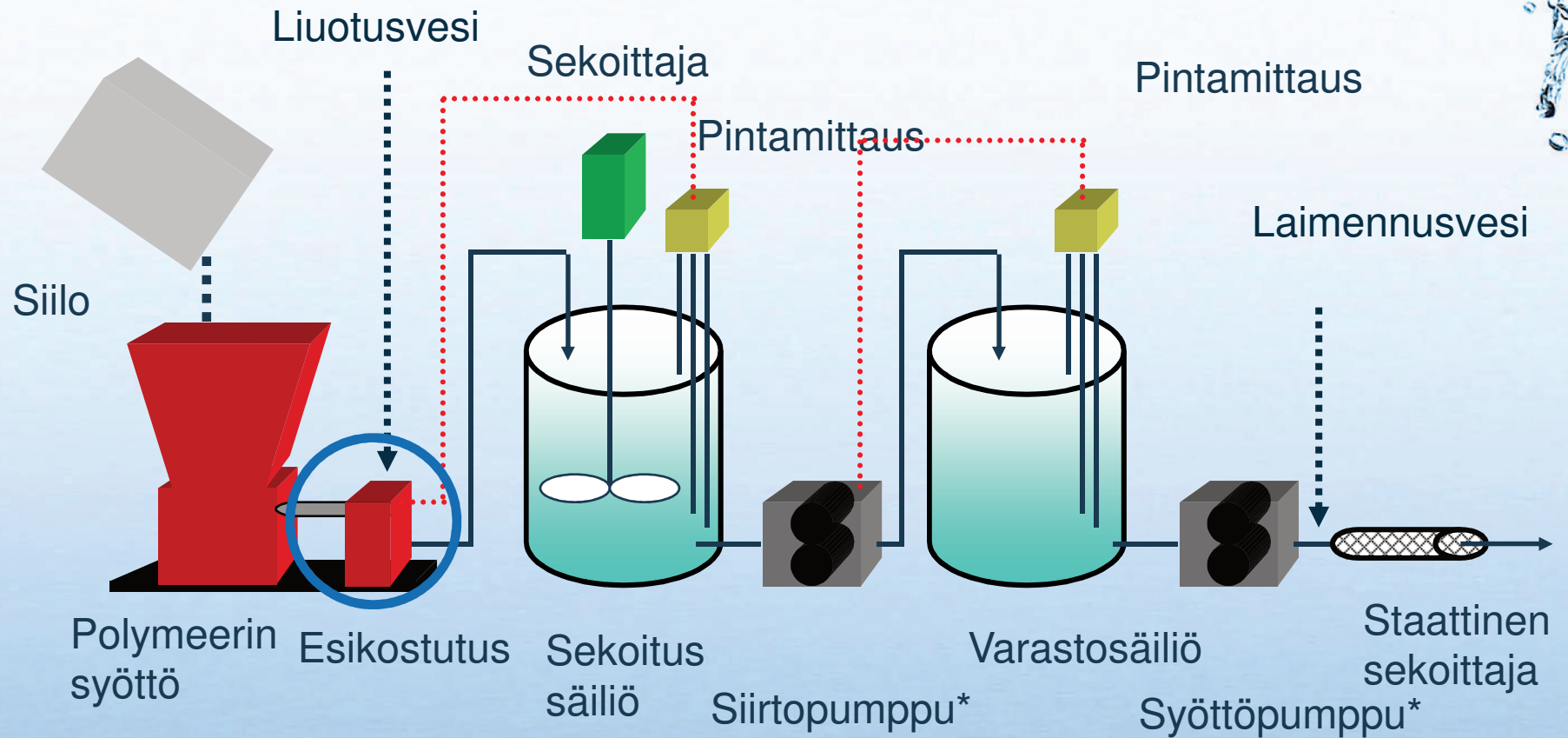
Pitkäketjuinen
kationinen
polymeeri



Stabiloitu flokki



Polymeeriliuoksen valmistus



*Pumps should be gear or progressive cavity

Polymeeriliuoksen valmistus

Yksittäiset polymeeripartikkelit tulee esikostuttaa ennen liuotussäiliötä

- Minimoi liukenemattomien “paakkujen” ja “kalansilmien muodostumisen
- Lyhentää merkittävästi liukenemisaikaa

Esikostutus vaatii voimakkaan leikkauksen

- Ejektori
- Kostutussuppilo

Polymeeriliuoksen valmistus

Syöttöruuvi

- Aika- ja/tai nopeusohjattu
- Punnitukseen perustuva

Kalibrointi

- Syytä suorittaa ajoittain
- Punnitaan ruuvin tuotto esim. 30s aikana manuaaliajolla
- Lasketaan tarvittava määrä polymeeriä / liuotuserä
- Säädetään syöttöaika

Polymeerien bulkkipaino vaihtelee tuotteittain, joten syöttöruuvin kalibrointi on tehtävä aina polymeerilaatua vaihdettaessa



Polymeeriliuoksen valmistus

Polymeeriliuokset valmistetaan tyypillisesti 0,1 – 0,2 % (0,05 – 0,5 %) vahvuisiksi

Sekoituksen liuotussäiliössä tulee olla tehokasta, mutta ei leikkaavaa

Liuosta sekoitetaan kunnes se on läpinäkyvää ja tasalaatuista. Tyypillisesti tarvittava liuotusaika on 30 – 60 min

Liukenisnopeuteen vaikuttavat mm.

- Partikkelikoko
- Varaus (kationinen, nonioninen, anioninen)
- Varausaste
- Liuotusveden lämpötila (max. 50 °C) ja laatu
- Polymeeriliuoksen väkevyys (0,05 – 0,5 %)

Polymeeriliuoksen valmistus

Liuotuksen jälkeen polymeeriliuosta tulee kypsyttää, jotta polymeeriketjut ehtivät “avautua”, jolloin polymeerin teho paranee

Kypsytyksajan tulee olla min. 30 min, mutta mielellään 1 – 2 h.

Kypsytyksen aikana liuoksen sekoittaminen ei ole tarpeellista (voimakas sekoitus voi jopa heikentää polymeerin tehoa)

Laimeiden käyttöliuoksien teho alenee melko nopeasti, lämpötilasta riippuen, joten niiden käytön pitäisi tapahtua vuorokauden sisällä.

Vahvempien (0,3 - 0,5 %) varastoliuosten säilyvyys on parempi, jääkaappilämpötilassa (+4 - +7 °C) jopa 1 kk

Liutusveden laatu

Usein liutusvetenä käytetään puhdistamolta poistuvaa vettä, mutta polymeerin liukenemisen ja toiminnan kannalta paras vesi on 20 – 30 °C (10 – 40 °C) hanavesi

Liutusvedessä olevat epäpuhtauden (kiintoaine, ionit, metallit) ja veden pH vaikuttavat polymeerin tehoon ja liuoksen säilyvyyteen

Annostelu - pumput

Ruuvipumput suositeltavia vähäisen leikkaavuuden vuoksi

Pumppujen mitoitus siten, että normaali operointialue on 60 – 70 % maksimista

Imulinjan tulisi olla mahdollisimman lyhyt

Syöttölinjan mitoitus siten, että polymeerin nopeus on $\geq 1,5$ m/s kuin lietteen nopeus sekoituksen varmistamiseksi

Virtausmittaukseen soveltuvat parhaiten magneettiset virtausmittarit – rotametreillä polymeeriliuoksen viskoottisuus aiheuttaa mittausvirhettä



Annostelu - laimennusvesi

Laimennusveden käyttö mahdollistaa pienemmän liuotuslaitteistot (tila ja hinta)

Laimennusvedellä voi olla suuri vaikutus saavutettuun tulokseen

- Polymeerin ja lietteen parempi sekoittuminen
- Vesi/kiintoaine –suhteen tasapainottaminen

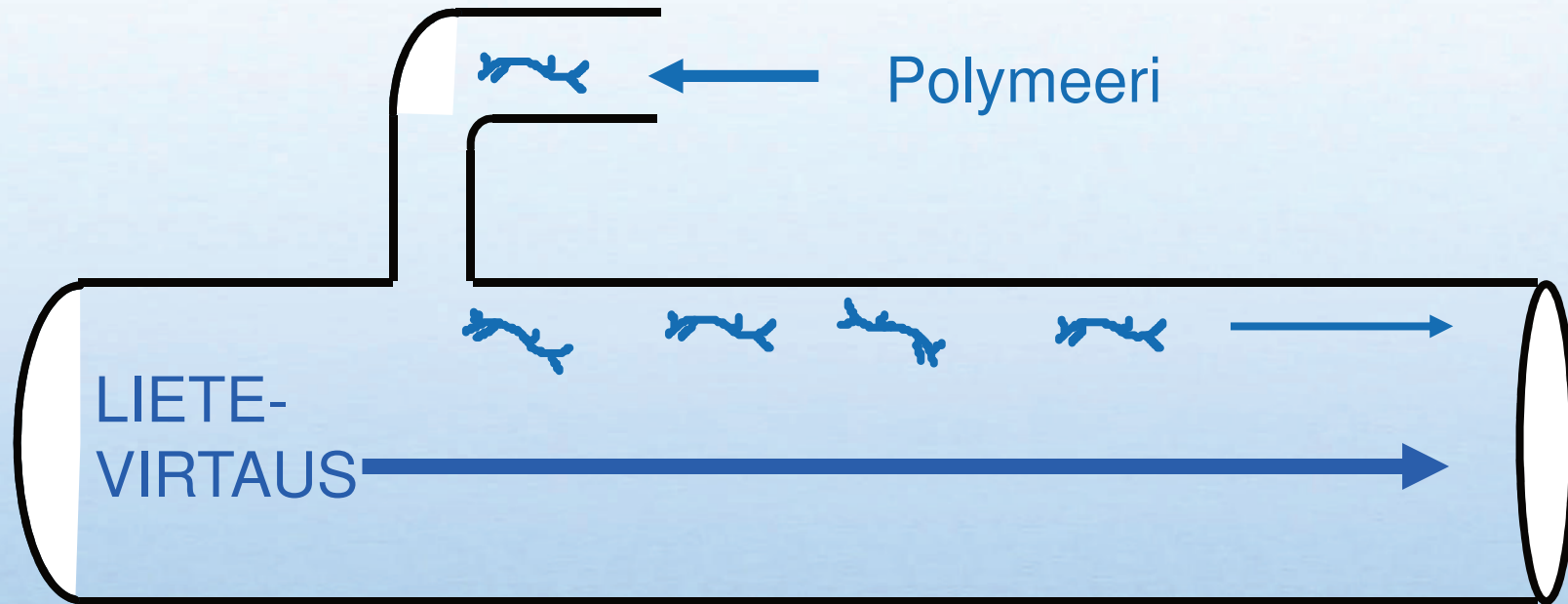
Laimennusvettä käytettäessä polymeerilinjassa tulee olla staattinen sekoittaja, jotta laimennettu polymeeriliuos sekoittuu hyvin

Laimennusveden paine ei saa olla korkeampi kuin polymeeripumpun tuottopaine

Huonolaatuinen laimennusvesi voi heikentää tulosta merkittävästi

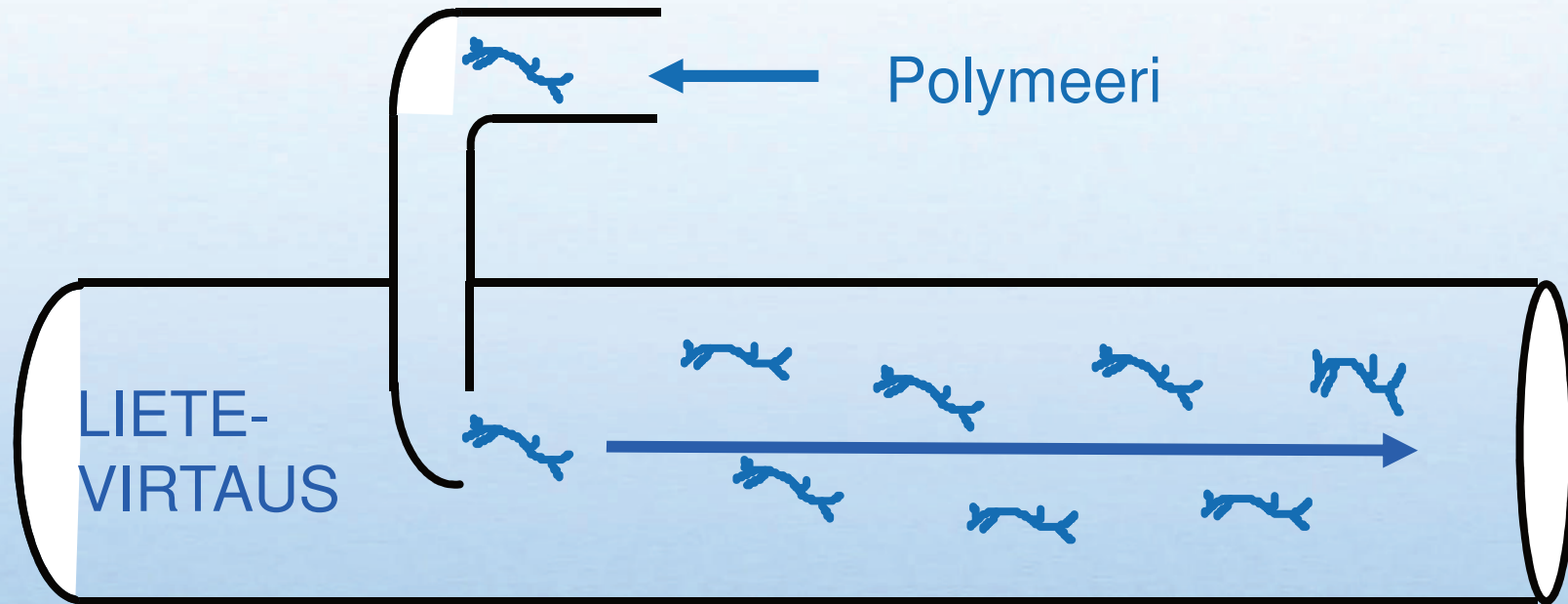
Annostelu - syöttöpaikka

EI SUOSITELTAVA

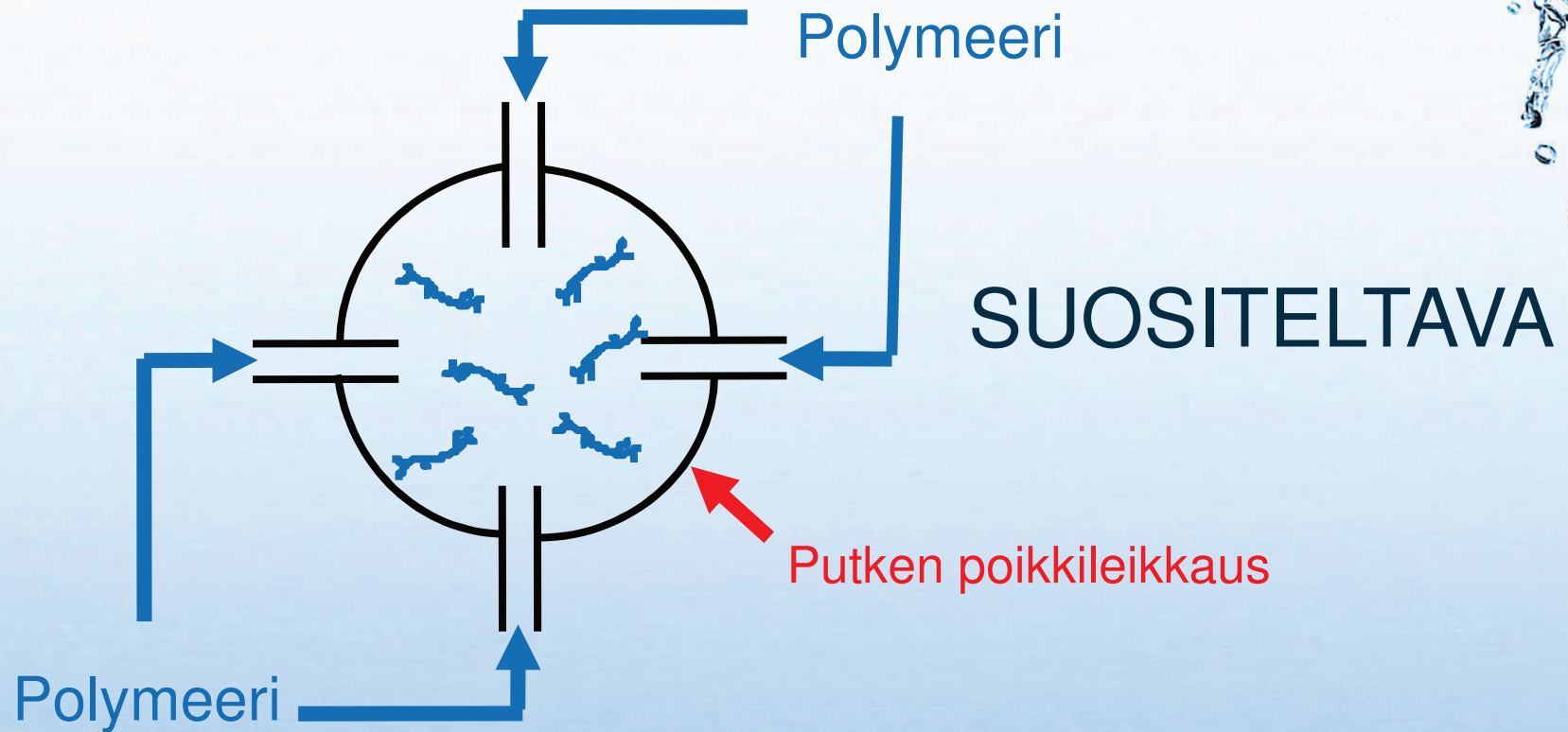


Annostelu - syöttöpaikka

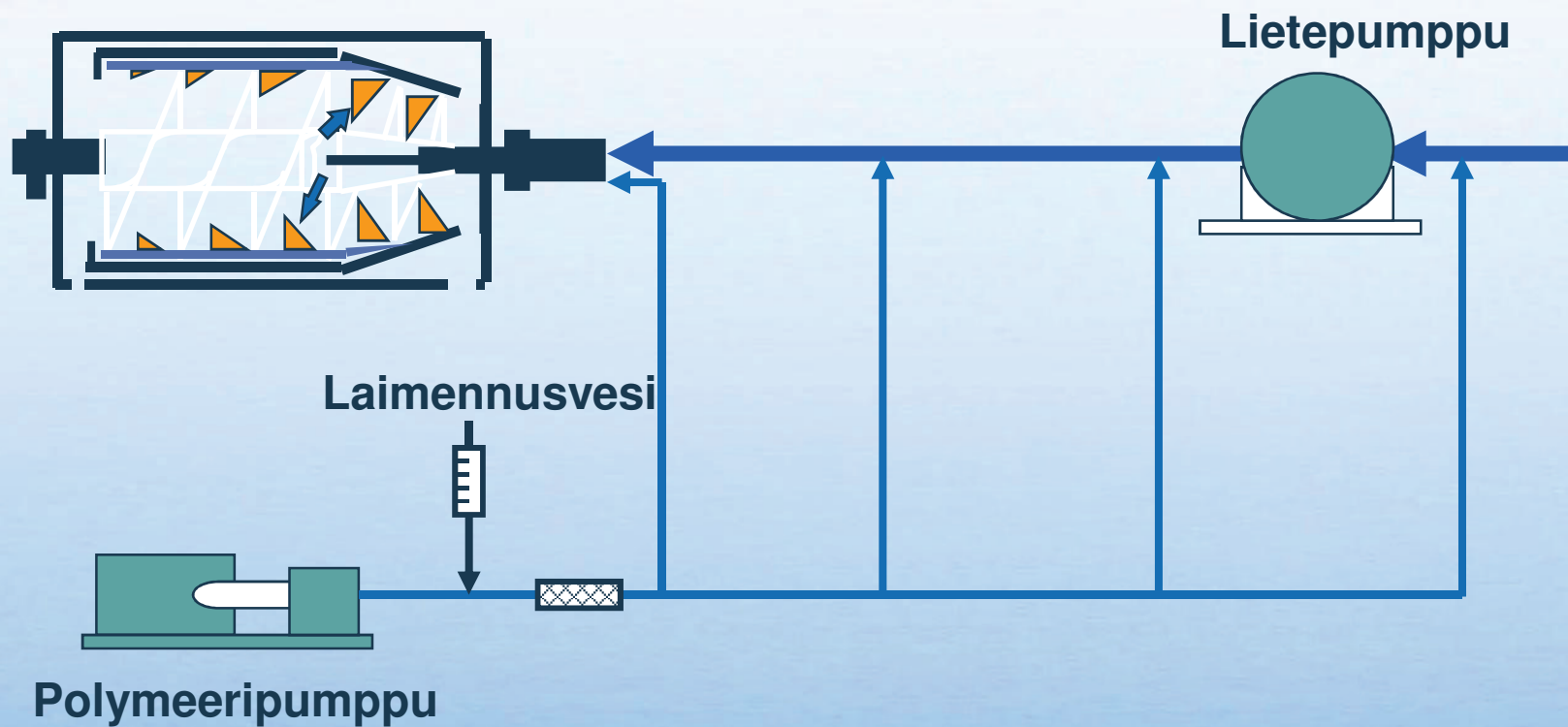
PAREMPI



Annostelu - syöttöpaikka



Annostelu - syöttöpaikka



Annostelu - syöttöpaikka

Yleissääntö

Mitä lähempänä linkoa polymeeri syötetään, sitä parempi on rejektiveden laatu, mutta kakun kuiva-ainepitoisuus on alhaisempi

← Sekoittuminen

← Flokkien hajoaminen / uudelleen muodostuminen



Polymeerilaadun valinta

Kiintoainepitoisuus:

- Korkea kiintoainepitoisuus heikentää polymeerin sekoittumista
- Pienempi molekyylipaino ja/tai haaroittunut polymeeri

Ylijäämälietteen määrä

- Ylijäämäliete vaatii yleensä korkeakationisen polymeerin tai korkean annoksen matalakationista polymeeria

Biologisen lietteen tila

- Filamenttibakteerit lisäävät usein tarvittavaa polymeeriannosta ja kationisuusvaatimusta



Polymeerilaadun valinta

Johtokyky

- Korkea johtokyky pienentää partikkelien välistä hylkimistä ja puristaa polymeeriä ”kasaan”
- Voi tarvita pidempiketjuisen ja/tai korkeampi kationisen polymeerin

pH

- Korkea pH voi nostaa kationisuus vaatimusta
- Anioniset polymeerit menettävät varaustaan korkeassa pH:ssa



Polymeerilaadun valinta

Tuhkapitoisuus

- Korkea tuhkapitoisuus = suuri pinta-ala
- Korkea tuhkapitoisuus vaatii yleensä suuria polymeeriannoksia

Hienoaine

- Hienoaine lisää pinta-alaa ja yleensä kasvattaa siten tarvittavaa polymeeriannosta

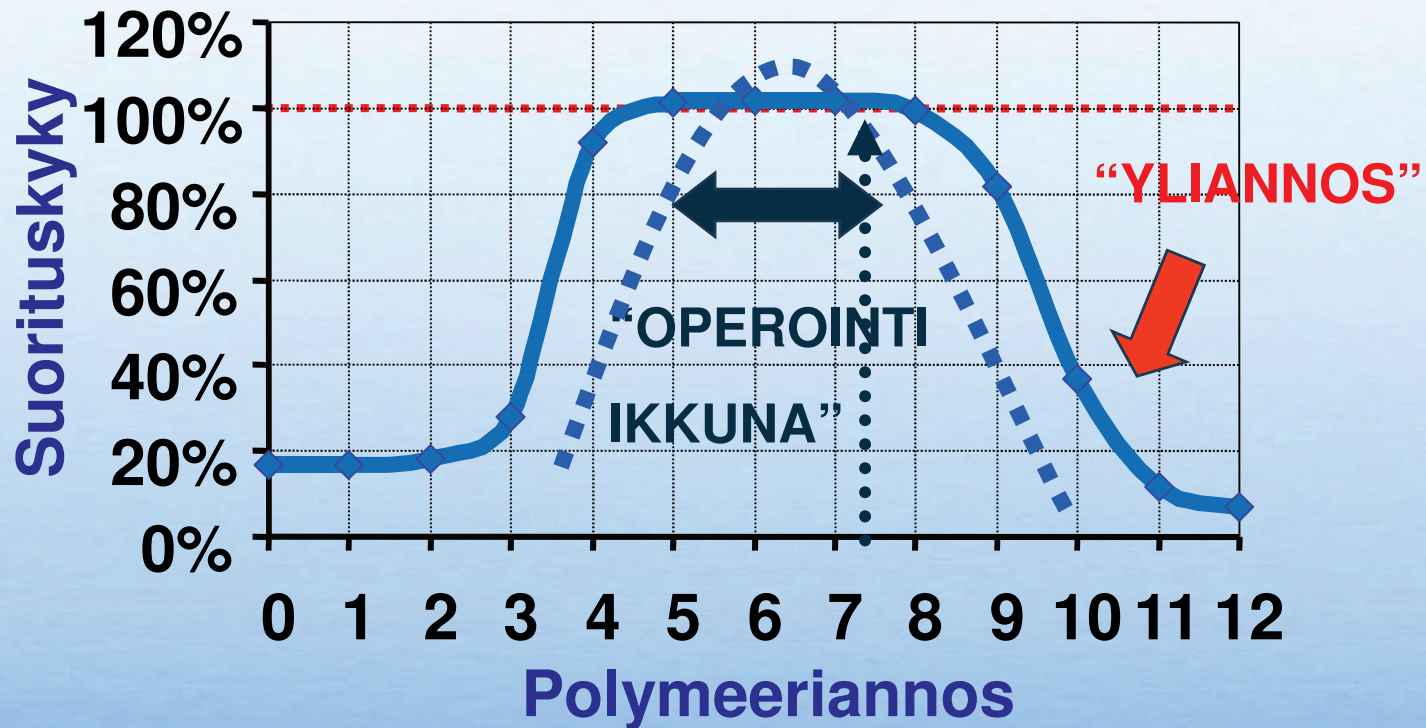
Mikään yleissääntö ei korvaa testausta!

- ”Kuppikokeet”
 - Koeajot



Operointi-ikkuna

ENEMMÄN EI AINA OLE PAREMPI!



Vaahtoaminen

Mahdollisia syitä

- Lietteelle ominaista (esim. mädätetty liete)?
- Korkea paine lingossa painaa ilmaa rejektiveen?
- Polymeerin yliannostus

Vaikutukset

- Rejektinlinjan ylikuohuminen
- Rejektiveden kiintoainepitoisuuden nousu



Dekantterilingot

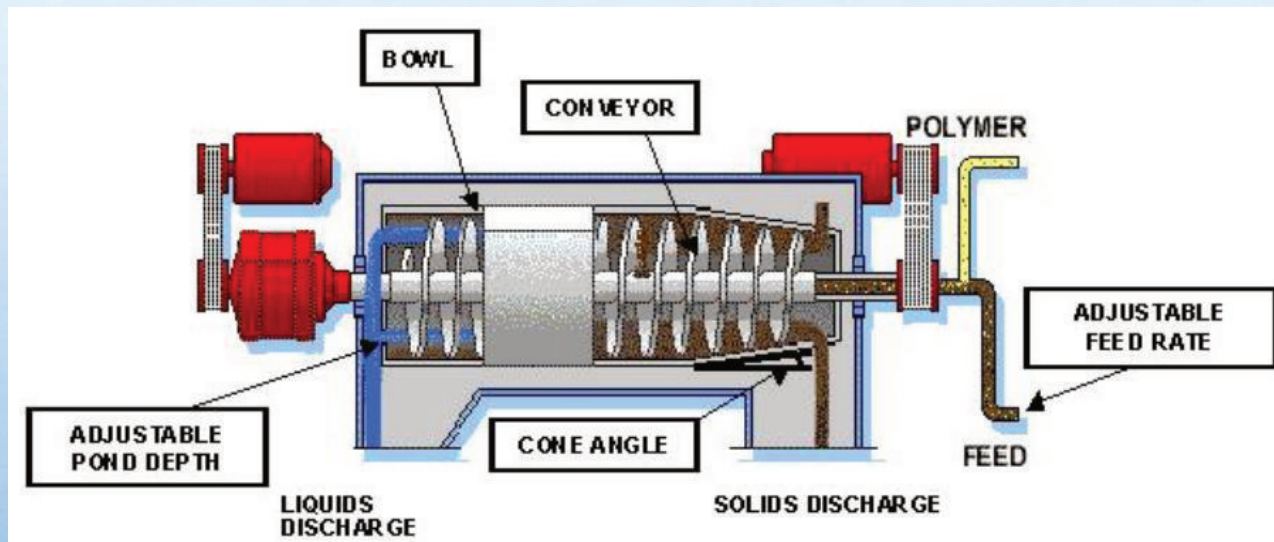


Rakenne ja toimintaperiaate

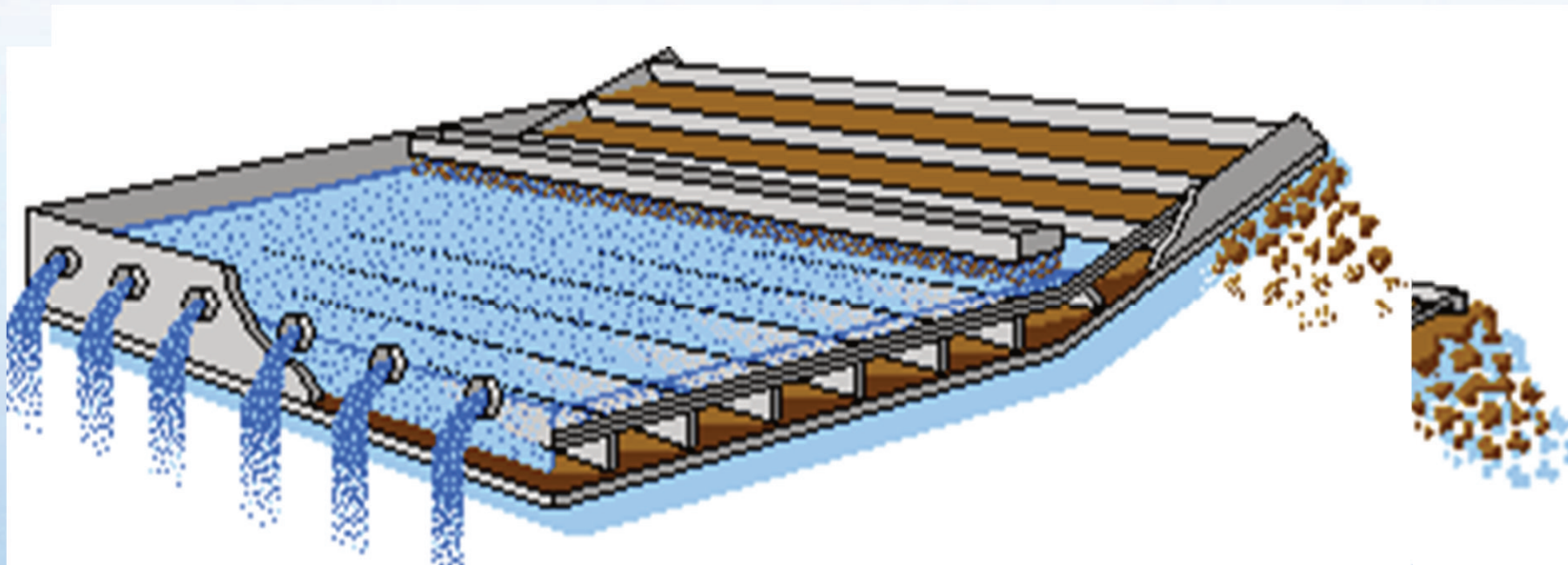
Dekanterilingossa nesteen ja kiintoaineen erotusprosessia ajavana voimana on pyörimisliikkeen aiheuttama keskipakovoima

Erotusvoima on 2000 – 5000 kertainen verrattuna painovoimaan

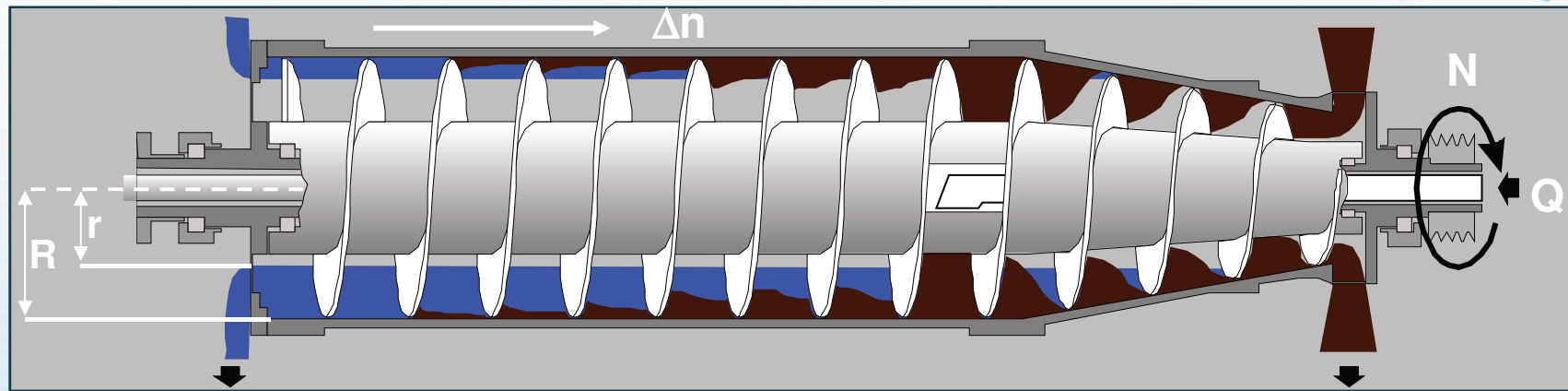
Kiintoaineen erotus on toteutettu lingon sisällä olevalla kuljetusruuvilla



Toimintaperiaate



Rakenne ja parametrit



- Kuormitus (Q)
- Partikkelikoko (polymeeri)
- Viskositeetti (DS, lämpötila)
- Pyörimisnopeus (N)
- Erokierrosnopeus (Δn)
- Patolevyn korkeus ($R - r$)

Parametrien vaikutus

- Pyörimisnopeuden kasvattaminen parantaa erotusastetta, rejektiveden laatua ja kakun kuiva-ainetta, mutta lisää energian kulutusta ja kulumista
- Erokierrosten kasvattaminen parantaa rejektiveden laatua, mutta heikentää kakun kuiva-ainepitoisuutta
- Patolevyjen korkeuden kasvattaminen parantaa rejektiveden laatua, mutta laskee kakun kuiva-ainepitoisuutta



Partikkelikoko vs. laskeutumisnopeus

Hiekka	Vg, cm/s	Vg (2500 rpm @ 353 mm), cm/s
10 µm	0	0,7
20 µm	0	2,7
75 µm	0,03	39
100 µm	0,06	69
1000 µm	5,56	n.a.

Laskeutumisnopeus kasvaa voimakkaasti partikkelin halkaisijan kasvaessa
Dekantterilingossa keskipakovoima moninkertaistaa partikkelikoon vaikutuksen laskeutumisnopeuteen

→ Polymeerien käyttö tehostaa dekantterilinkojen toimintaa

Optimointi



Optimointi - polymeeri

Polymeerilaadun valinta

- Esiselvitys “kuppikokeilla”
- Varaus
- Ketjunpituus

Annosvaste

- Esiselvitys “kuppikokeilla”
- Operointi-ikkuna

Polymeerin syöttö

- Polymeeriliuoksen väkevyys
- Laimennusvesi
- Lisäyskohta
- Sekoitus



Optimointi - dekantterilinko



Pyörimisnopeus

- Säädon tekee yleensä valmistajan edusta
- Optimoidaan kullekin kuivattavalle materiaalille
- Kasvattaminen parantaa erotusastetta ja kuivaustulosta, mutta lisää mm. laakereiden kulumista ja energiankulutusta

Erokierrosnopeus

- Vakio momentti
- Vakio erokierrosnopeus
- Kasvattaminen parantaa erotusastetta, mutta heikentää kuivaustulosta

Patolevyjen korkeus

- Kasvattaminen parantaa erotusastetta, mutta heikentää kuivaustulosta

Kuormitus

- Kiintoainekuorma
- Hydraulinen kuorma

Yleistä optimoinnista

Optimointi tarkoittaa kompromissin hakemista saavutetun kuiva-aineen, rejektiveden kiintoainepitoisuuden, kustannusten ja kapasiteetin kesken.

Lietteen laatu voi vaihdella joskus hyvinkin nopeasti, joten lietteenkuivauksen parametrejä voidaan joutua säätämään tiheästi. (Kuinka paljon on järkevää?)

Tee vain yksi muutos kerrallaan ja anna prosessin tasapainottua vähintään 30 min. muutoksen jälkeen ennen kuin teet johtopäätöksiä/otat näytteitä

”Cut-back” -polymeerit



”Cut-back” -laadut

Useimmilla polymeeritoimittajilla on saatavilla myös ns. Cut-back -laatuiset polymeerit. Ne sisältävät polymeerin lisäksi täyteainetta, joka on yleensä ruokasuolaa (NaCl). Suolapitoisuus on tyypillisesti 10 – 20 %.

Koska suola on polymeeria halvempaa, on Cut-back –laatuojen hinta puhtaita polymeerejä alhaisempi.

Havaitseminen:

- Suola kasvattaa polymeeriliuoksen sähkönjohtokykyä
- Suola nostaa kuivan polymeerin tuhkapitoisuutta
- Voidaan havaita myös kasvavan polymeerikulutuksen kautta

”Cut-back” -laadut

Erittäin harvoja yksittäistapauksia *) lukuunottamatta suola ei tuo lisäarvoa lietteenkuivaukseen vaan Cut-back polymeerin kulutus on suurempi kuin puhtaan polymeerin kulutus.

Vaikka Cut-back –polymeerin hinta €/kg on alhaisempi kuin puhtaan polymeerin hinta voi polymeerikustannus Cut-back –laadulla olla suurempi johtuen suuremmasta kulutuksesta.

**) Joskus suolalla voi olla edullisia vuorovaikutuksia lietteen kanssa, jolloin Cut-back –laatuinen polymeeri toimii paremmin tai alhaisemmalla polymeeriannoksella kuin puhdas polymeeri.*

Suolan vaikutus voi tulla myös polymeeriliuoksen alhaisemman viskositeetin tuoman paremman sekoittumisen myötä. Sama vaikutus saadaan käyttämällä puhtaalla polymeerillä alhaisempaa liuosväkevyyttä

Kemiran uusi XD sarja

Uudet Superfloc XD sarjan polymeerit on kehitetty lietteenkuivaukseen.

Koeajoissa saavutettu 1-3 % parannus lietteen kuiva-aineessa rejektiveden laadun pysyessä hyvänä.

Ensimmäiset koeajot uusilla polymeereillä suoritetaan Suomessa tämän vuoden aikana.