

Zero Liquid Discharge in de strijd tegen waterschaarste:

India als voorbeeld voor Vlaanderen?

Marc Feyaerts – Cre@Aqua

Master Class Water Circulaire Economie – Centexbel 7 december 2020

Cre@Aqua
Your water deserves it!


watercircle.be



Quid Zero Liquid Discharge?

- **Definitie**

Zero Liquid Discharge (ZLD) is een afvalwaterbehandelingsstrategie ontworpen om quasi alle water te onttrekken uit een waterige afvalstroom (meestal concentraat) waardoor er enerzijds zeer zuiver water en anderzijds een vaste reststof overblijft

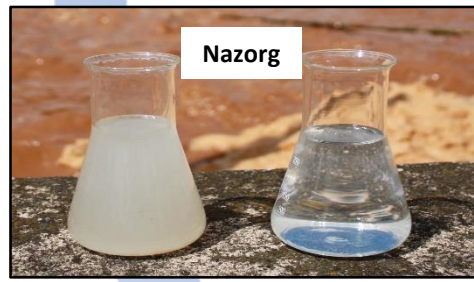
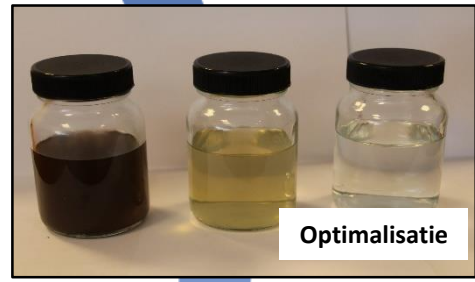
- **Doel**

- ✓ Lozing afvalwater verminderen/vermijden
- ✓ Hoog kwalitatief proceswater produceren (hergebruik)
 - economisch rendabel (?)
 - duurzame productie

- **Technologie**

- ✓ geavanceerde afvalwater- / ontziltingsbehandelingstechnologieën
- ✓ stap na de klassieke waterzuivering

Wie zijn we?

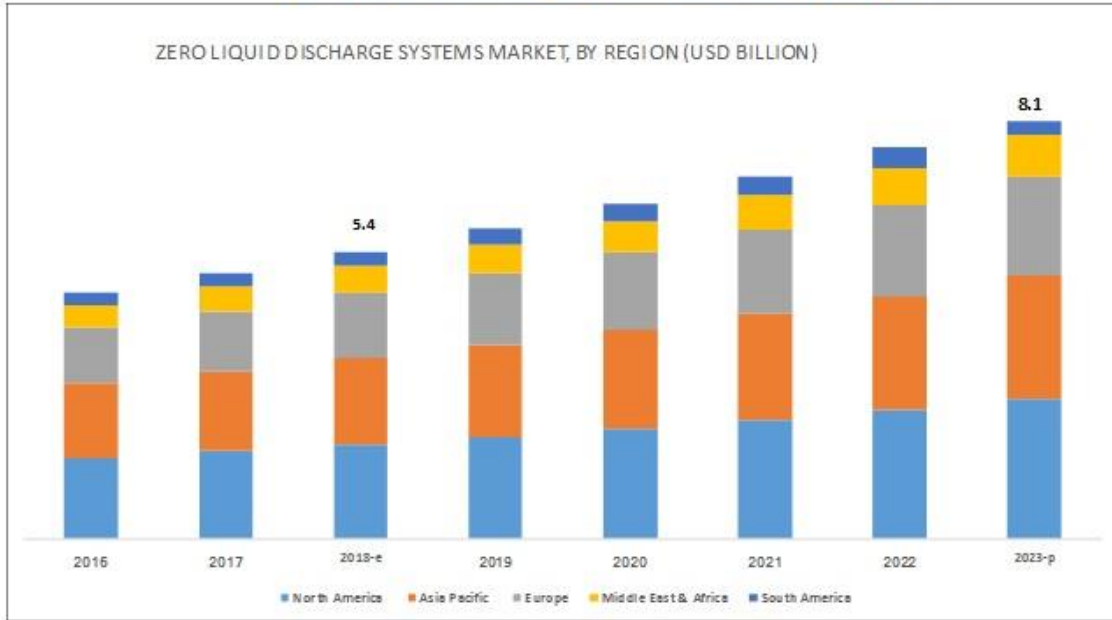


www.creat aqua.com

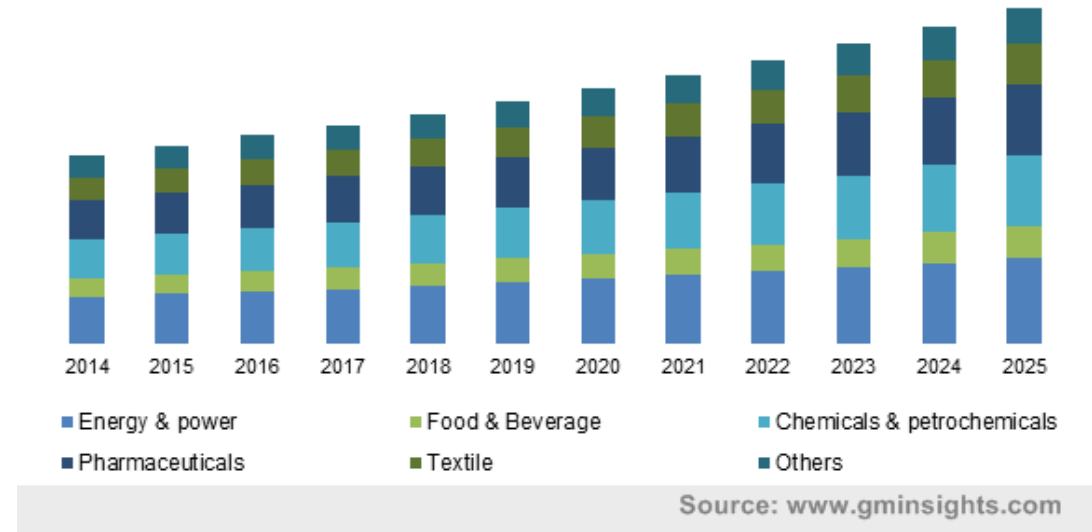
- ZLD: drivers & markt
- ZLD: technologie
- India: textielindustrie en water stress
- Aanpak door de Indiase overheid – Regio Tirupur
- Alternatieven voor ZLD
- ZLD en Vlaanderen: een goeie match?

ZLD: drivers en markt

Zero Liquid Discharge Systems Market, by Region



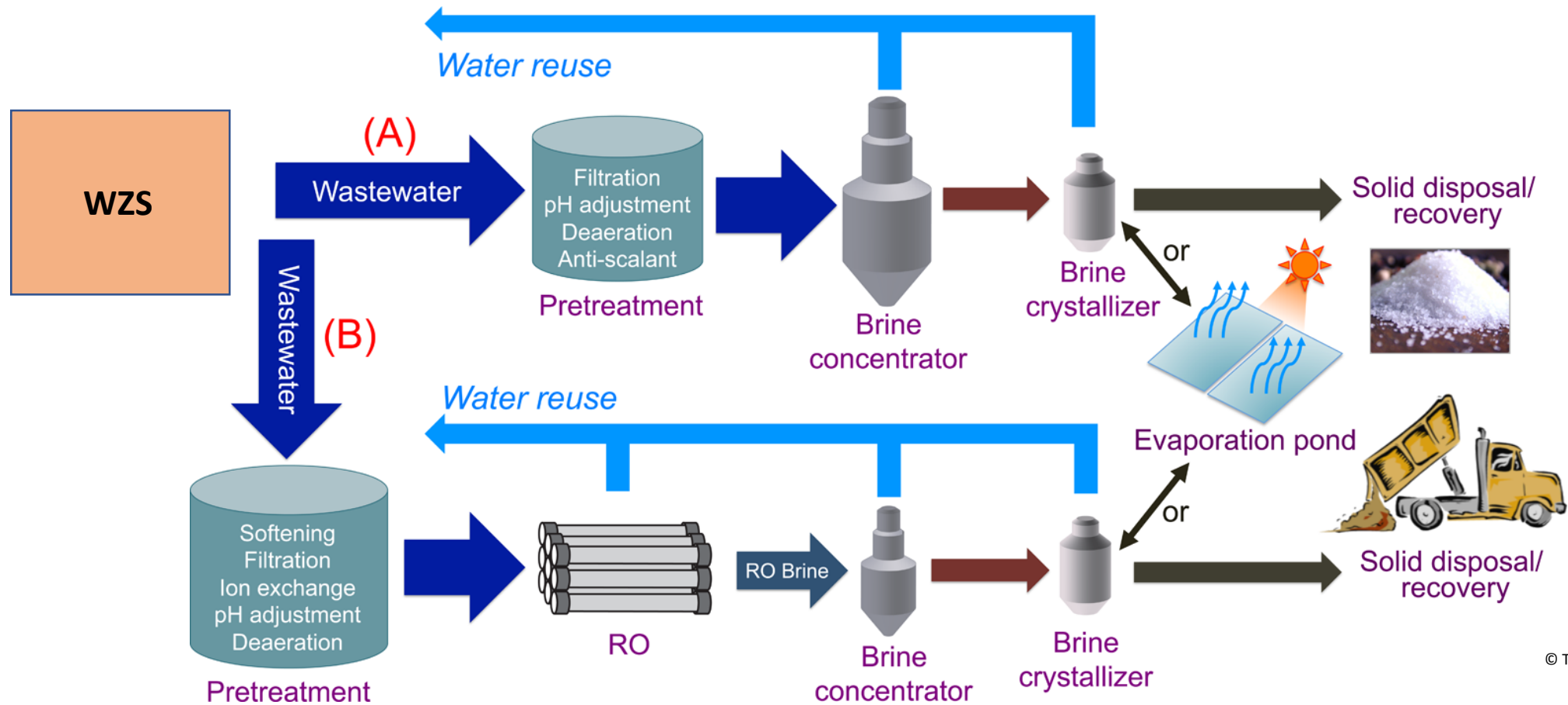
U.S. Zero Liquid Discharge Systems Market Size, by End-user, 2014 - 2025 (USD Million)



ZLD technologie

(A) Thermische behandeling van afvalwater

(B) Incorporatie van omgekeerde osmose



© Tong & Elimenech, 2016

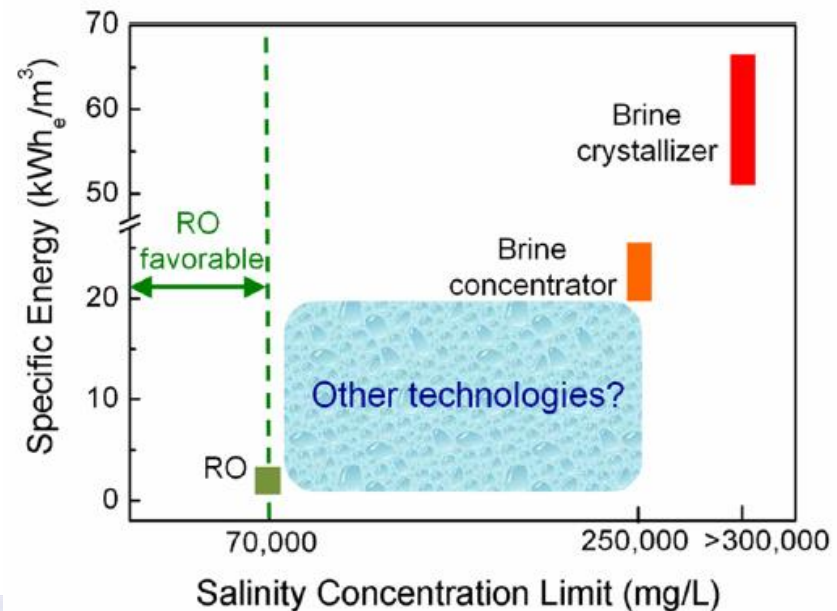
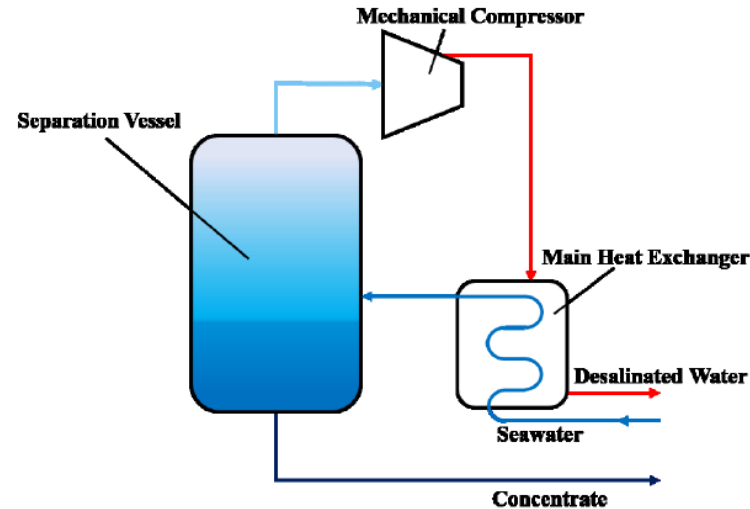
ZLD technologie (2)

- Traditioneel: **Evaporatie & kristallisatie**

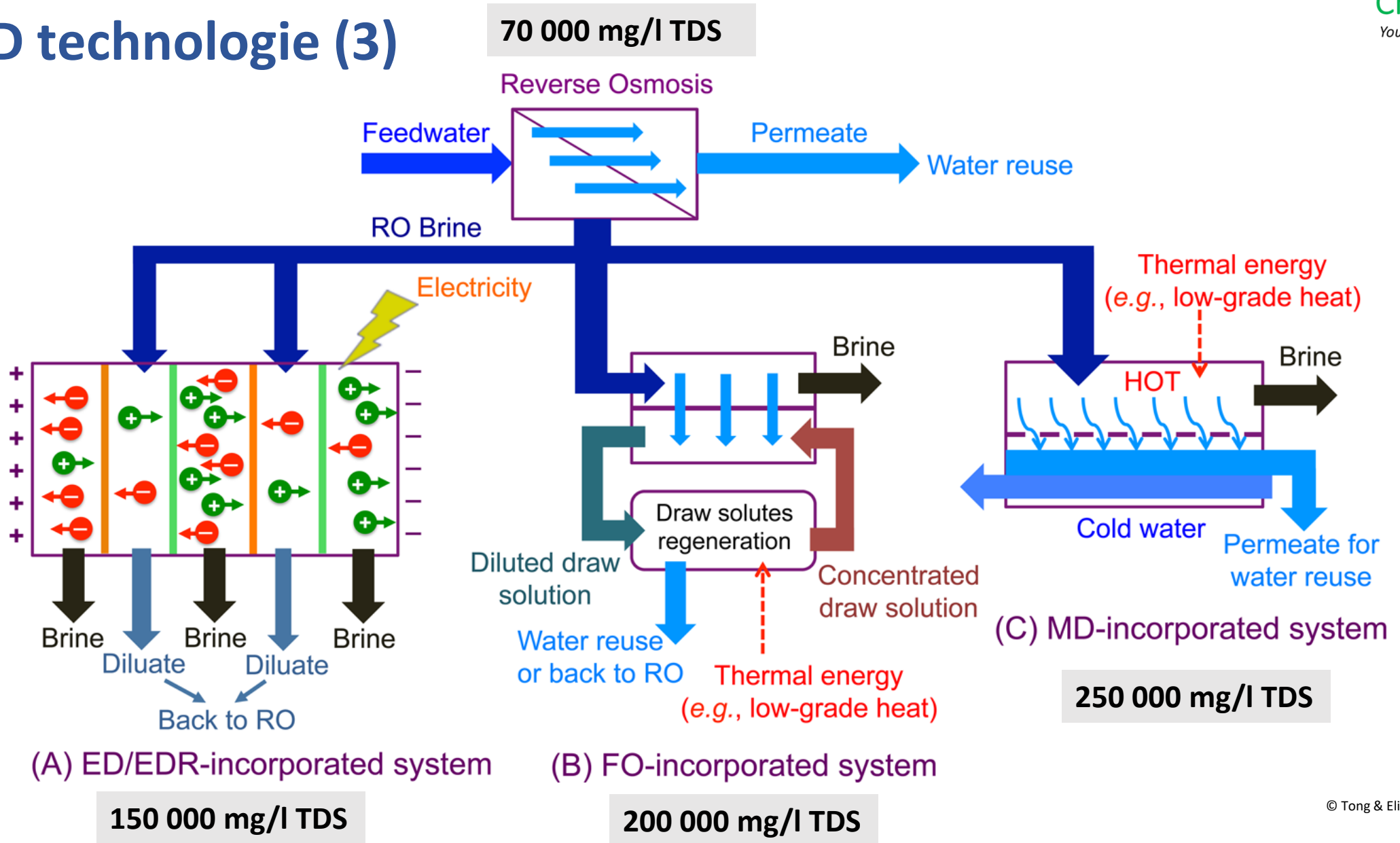
- 😊 Nog steeds de basis
- 😊 Hoge recovery (tot 98%)
- 😞 Hoge CAPEX (materiaal keuze!)(Stainless, Ti)
- 😞 Hoge OPEX (energieverbruik)

- Nieuwere technieken - veelal **membraan gebaseerd**

- 😊 Verlagen de kost (reductie van stroom naar evaporator)
- 😊 Modulair
- 😊 Hergebruik van materialen (CaCO₃, NaCl, ...)
- 😞 Pilot schaal tot kleine schaal
- 😞 Complexe technologie
- 😞 Intensieve voorbehandeling
- 😞 Membraan fouling mogelijk
- 😞 Nog steeds finaal evaporatie en kristallisatie nodig




ZLD technologie (3)



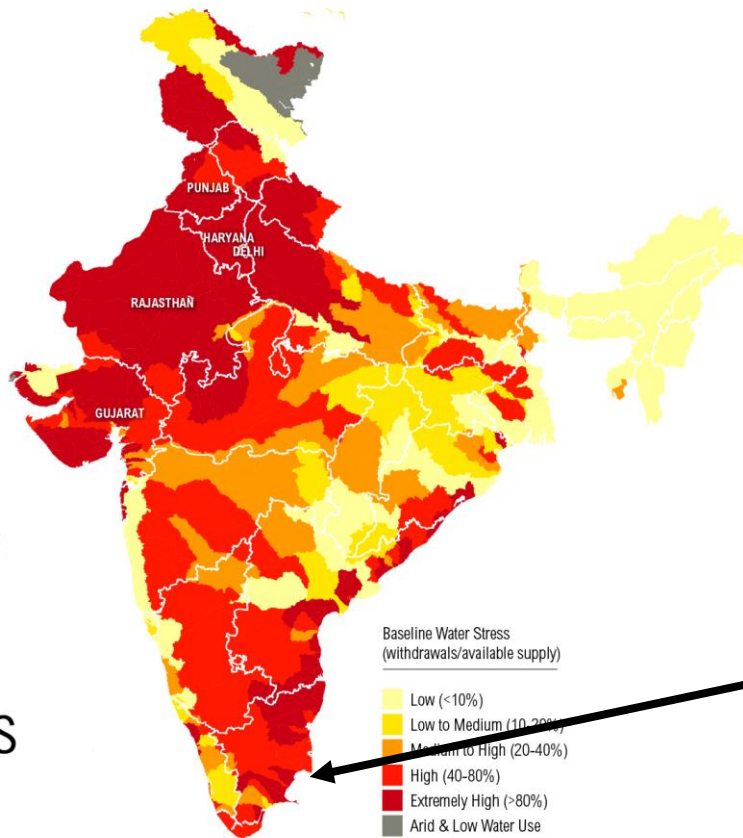
technology	advantages	limitations	energy consumption
RO	energy efficient modular technical maturity	limited salinity range (upper concentration ~75 000 mg/L) high fouling propensity	seawater: 2–6 kWh _e /m ³ of product water; ^{8,16} brackish water: 1.5–2.5 kWh _e /m ³ of product water ¹⁶
ED/EDR	high salinity limit (upper concentration >100 000 mg/L) low fouling propensity (especially for silica-enriched feedwater) modular	high energy consumption and cost when treating high salinity feedwater with high-quality water product incapability of removing noncharged contaminants using only prime energy	7–15 kWh _e /m ³ of feedwater (with feed salinity >15 000 mg/L) ^{52–55}
FO (with NH ₃ /CO ₂ thermolytic draw solution)	high salinity limit (upper concentration >200 000 ppm) utilization of low-grade heat low fouling propensity modular	low water flux at very high feed salinities reverse solute flux (NH ₃ may contaminate product water) emerging technology with limited field performance data	21 kWh _e /m ³ of feedwater (with feed salinity of 73 000 mg/L and recovery of 64% in average) ⁴³
MD	high salinity limit (upper concentration >200 000 ppm) utilization of low-grade heat low fouling propensity modular	low water flux and water recovery potential of membrane wetting post-treatment is needed if volatile pollutants are present emerging technology with limited field performance data	40–45 kWh _e /m ³ of product water ⁷⁶ 22–67 kWh _e /m ³ of product water ⁷²
MVC brine concentrator	technical maturity high salinity limit (upper concentration >200 000 ppm)	high energy consumption high capital and O&M costs operating at high temperature using only prime energy not modular	20–25 kWh _e /m ³ of feedwater ^{11,22} 28–39 kWh _e /m ³ of feedwater ⁴³

India – opkomende wereldmacht



1,3 miljard inwoners
6^e economie wereld
BBP groei 7,5%

54%
of India
Faces
**High to
Extremely
High**
Water Stress



Chennai (Madras) - juni 2019: water is op

- Weinig regen, zeer laag grondwater peil
- 4,6 miljoen inwoners zonder water
- Water aangevoerd uit Tamil Nadu met vrachtwagens

India – textielindustrie

- Eén van de oudste en grootste van het land
- 14% van de industriële productie
- 25 % van de wereldhandel in katoen garen
- 4% van BBP
- 45 miljoen tewerkgestelden
- Productie: 102 miljard USD (2018)
- Export in 2021: 82 miljard USD geschat
- Producten
 - Katoen: grootste producent wereldwijd
 - Zijde: 2e grootste producent (18%)
 - Wol: 45 miljoen kg ruwe wol – 3% wereldwijde productie
 - Gefabriceerde vezels: 4e grootste in synthetische vezels en garen
 - Jute: grootste producent ter wereld



ESPRIT

H&M

MARKS &
SPENCER

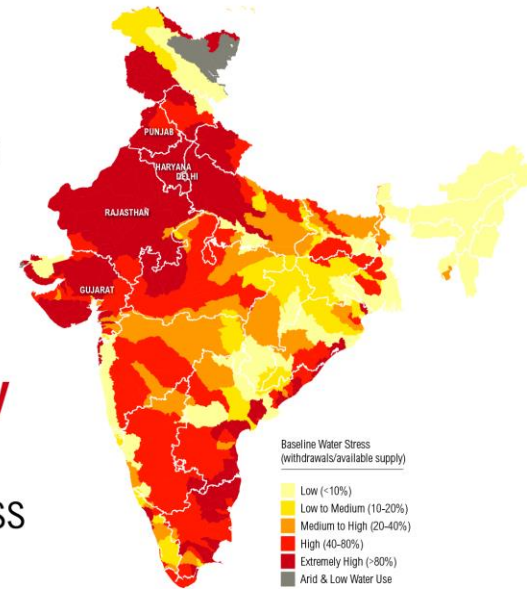


MANGO

ZARA

Textielindustrie en water stress

54%
of India
Faces
**High to
Extremely
High**
Water Stress



www.indiawatertool.in

WORLD RESOURCES INSTITUTE

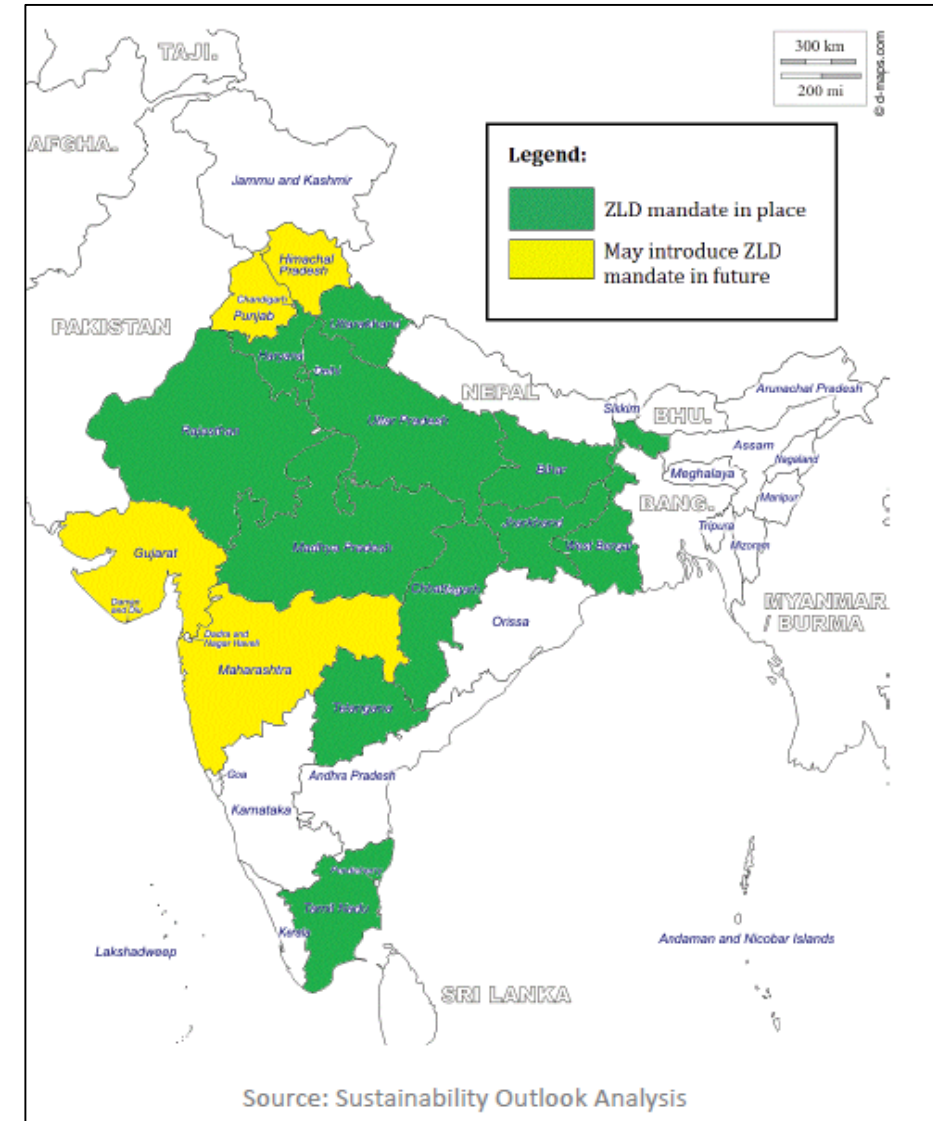


Proces	Waterverbruik (l/kg)
Sizing/snijden van garen	4,35
Desizing	11,75
Bleken	40
Mersuriseren	24,5
Kleuren	105

Aanpak Indiase overheid



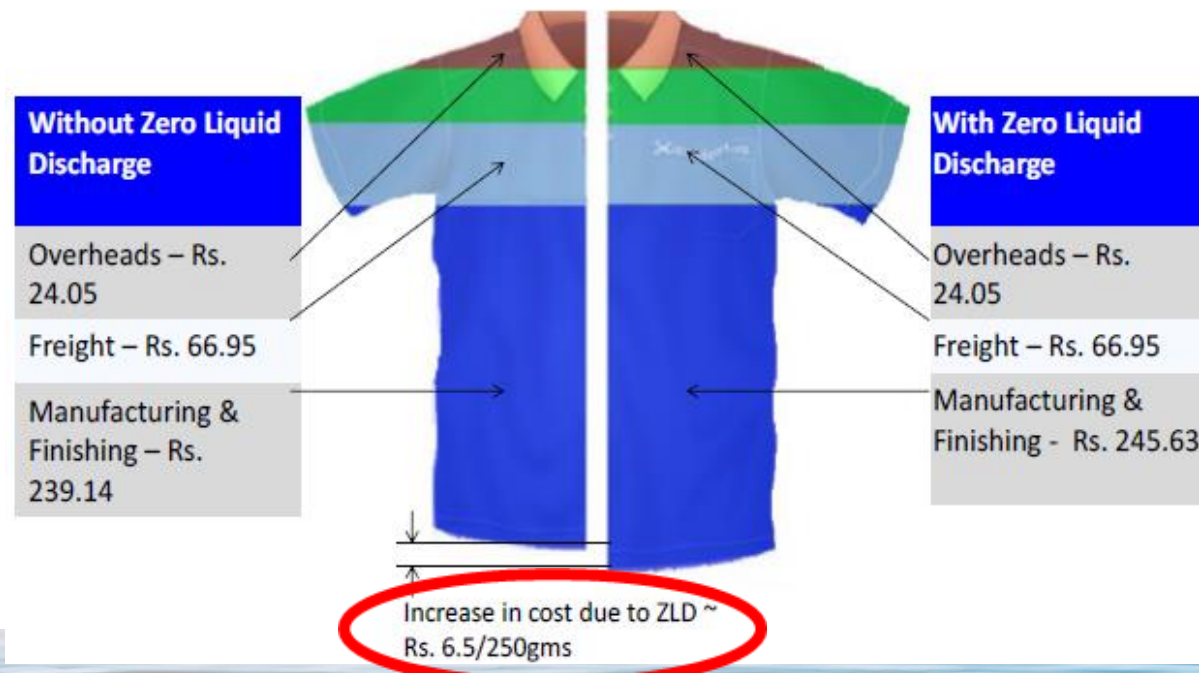
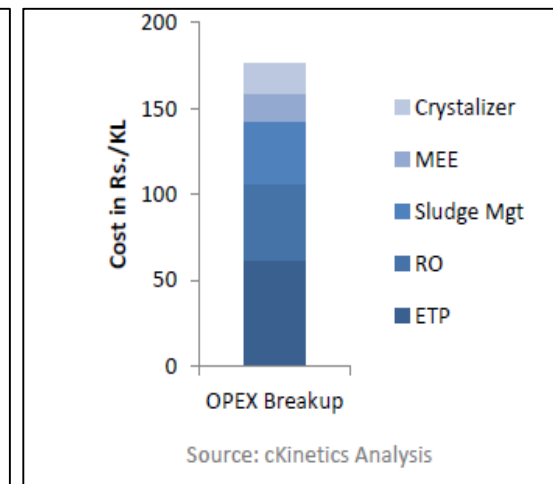
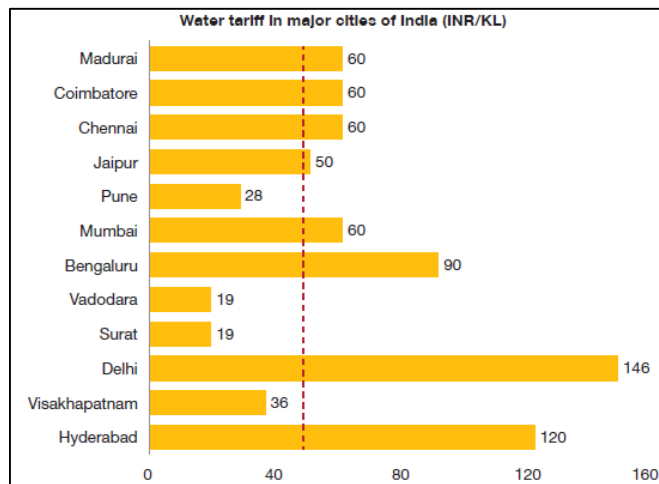
- **2008:** verplichting ZLD in textiel sector van Tamil Nadu
 - 2009: centrale AWZS
 - 2011: individuele plants
- **2011:** textielproductie in Tirupur regio wordt gestopt wegens niet naleven van verplichting op bevel van Hooggerechtshof
 - Anderhalf jaar nodig voor nieuwe opstart
 - Veel bedrijven verplaatsen activiteiten naar andere staten
 - Veel bedrijven stoppen
- **2013:** bulk geneesmiddelen producenten in Hussainsagar (Andar Pradesh) moeten ZLD implementeren
- **2015:** nieuwe regering Modi kondigt het Clean Ganga project af -> 8 industriële sectoren moeten naar ZLD gaan in het Ganges bekken
- **2015:** ZLD richtlijnen opgesteld voor 4 sectoren (heel India)
 - Textiel (natte verwerking) – **verplichting ZLD indien >25 m³/dag afvalwater**
 - Leerlooierijen
 - Distilleerderijen
 - Pulp & papier



Aanpak Indiase overheid (2)

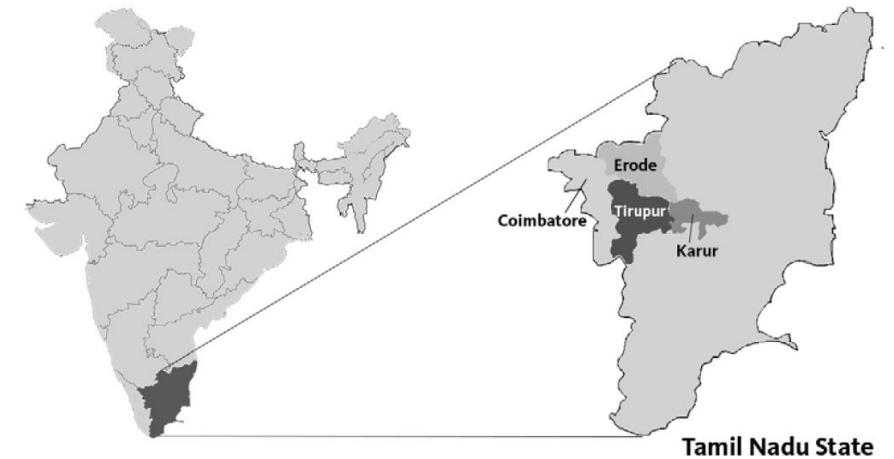
• 2015-2020: Langzame Integratie ZLD

- Geen overkoepelend beleid -> elke staat heeft eigen beleid ifv regionale vereisten
- Slechte opvolging vanwege de overheid
- OPEX is hoog tov water kost (tot 200 INR/m³ vs <60 INR/m³)
 - Energie!
 - Chemicaliën
 - Onderhoud
- Concurrentie met landen als Bangladesh, Vietnam, Cambodja



Regio Tirupur als early adopter

- **80% van productie gebreide goederen in India (> 1 miljard USD export per jaar)**
- **Tirupur regio -> waterschaarste**
 - Grillige hoeveelheid moesson
 - Beperkte reservoircapaciteit
 - Grote vraag naar water
- **Water management**
 - Water onttrokken aan de rivier Bhavani, meer dan 50 km verderop
 - Afvalwater geloosd in de rivier Noyyal



• Problematiek

- Kwaliteitsprobleem van rivier- en grondwatersysteem door effluentlozingen van de industrie
 - Invloed op landbouwpotentieel van benedenstroomse gronden beïnvloed (lage melkopbrengst, onvruchtbaarheid van vee)
 - Mens: huidziekten, kanker, onvruchtbaarheid, ademhalingsstoornissen
 - Vanaf 1998: protest en juridische strijd
-
- **2011: alle textielbedrijven die geen ZLD toepassen moeten sluiten (Hoogerechtshof)**
 - Veel bedrijven stoppen
 - Anderen verplaatsen activiteiten naar regelluwe staten

Regio Tirupur als early adopter (2)

• Aanpak

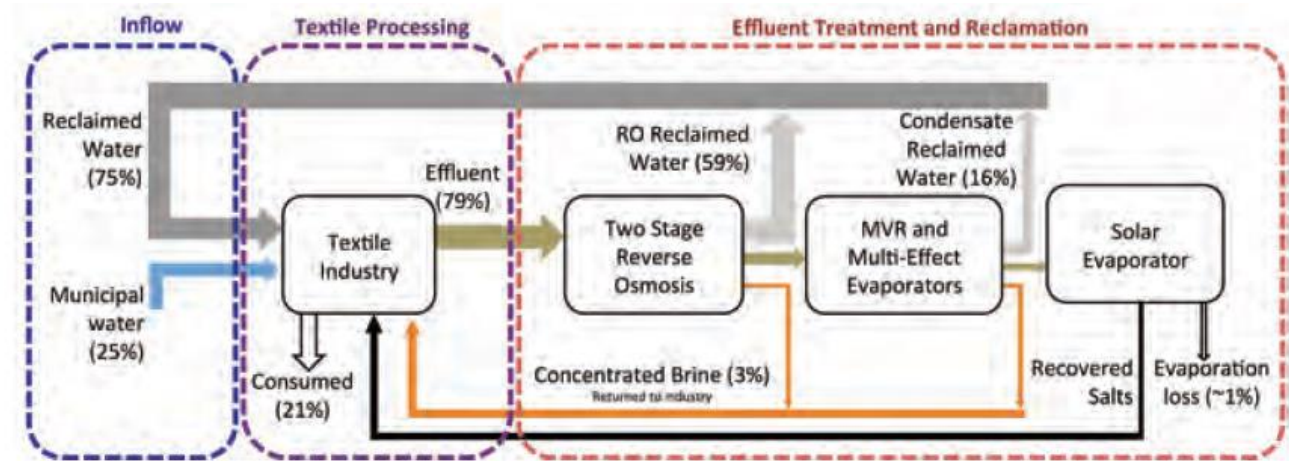
- 9 grote centrale AWZI's (922 000 m³/jaar – 200 bedrijven) uitgerust met RO en thermische evaporatie units
- CAPEX 84 miljard USD
- Schoon water en zout verkocht aan de industrie

• Resultaat

- Rivierwatervraag daalt: 1.200.000 m³/jaar -> 300.000 m³/jaar
- 96% van het effluent gerecirculeerd
- Geen lozing van effluent en dus + effect op waterkwaliteit
- Zout (Na₂SO₄) wordt hergebruikt in het kleurproces
- ROI 15 jaar
- Extra OPEX 4 USD/m³
- Zeer hoge kost

• Na de feiten

- Niet alle bedrijven aangesloten op netwerk
- Gebrekkige controle
- Rivier nog steeds vervuild door illegale lozingen (vnl. zout)
- "Solution to pollution is dilution"

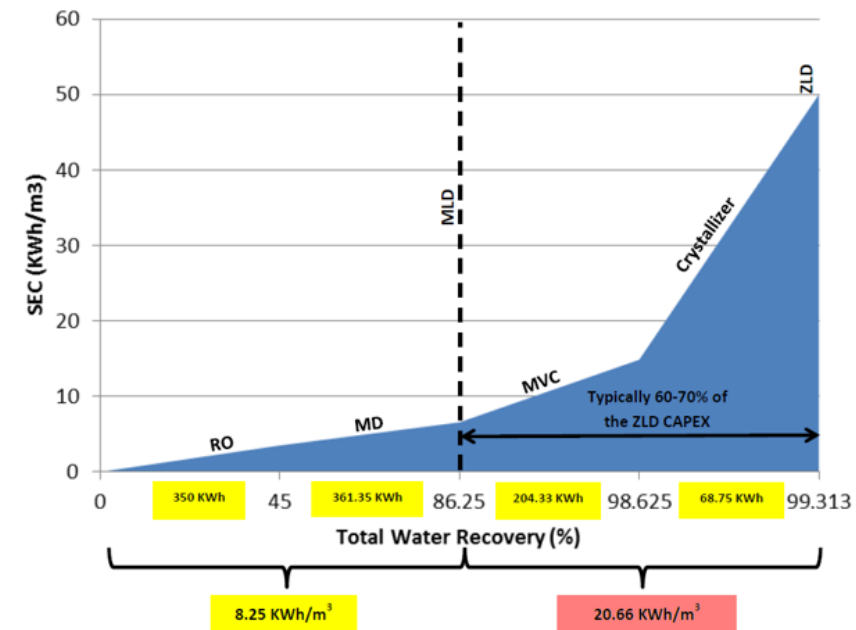


Is ZLD de beste manier om water stress te bestrijden?

ZLD - kost verdubbelt voor de “laatste druppels”

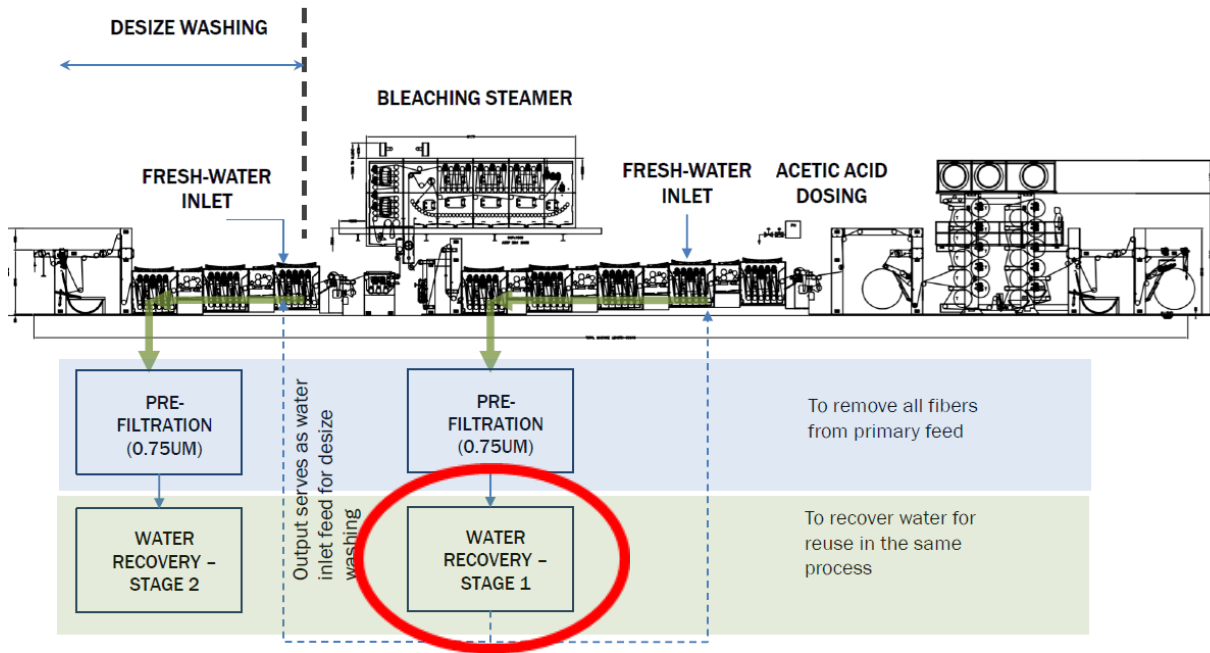
- ✓ 100 m³ zeewater te behandelen met RO + MD + MVC + kristallisator
- ✓ 86 m³ recuperatie -> 711 kWh
- ✓ extra 14 m³ recuperatie -> 270 kWh (en CAPEX maal 2)

Technologie	Recovery (%) cumulatief	SEC (kWh/m ³ feed)	Energieverbruik per stap	Energieverbruik cumulatief
SWRO	45	3,5	350	
MD	86,3	6,57	361	711
MVC	98,6	14,86	201	912
Kristallisatie	99,3	50	69	981



- ✓ **Efficiënter watergebruik**
- ✓ **Recuperatie van water en materialen in een vroeg stadium van de productie**
- ✓ **M(inimal)L(iquid)D(ischarge) (end-of-pipe)**
 - ✓ Combinatie van vnl. membraanprocessen
 - ✓ Tot 90% recovery
 - ✓ Hergebruik van reststroom

Recuperatie van grondstoffen in de productie

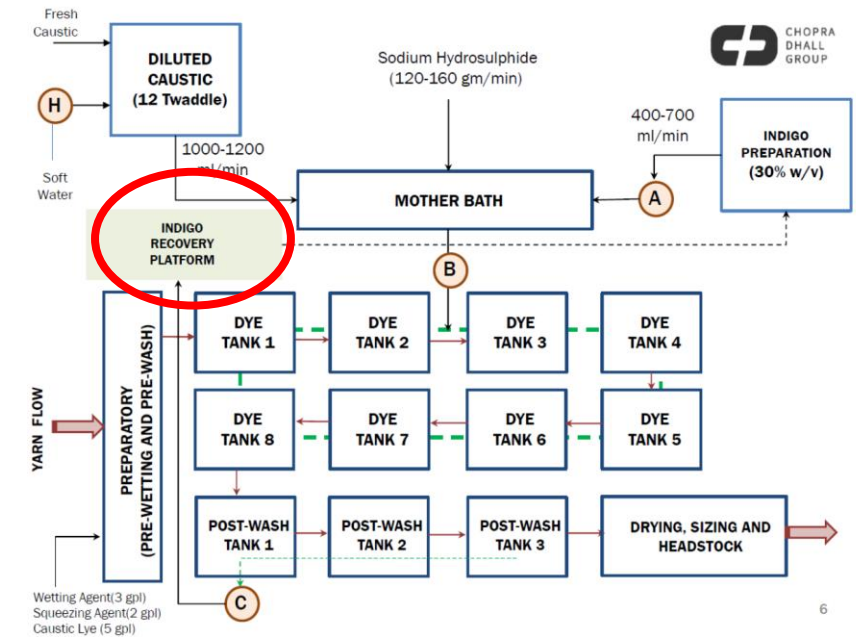
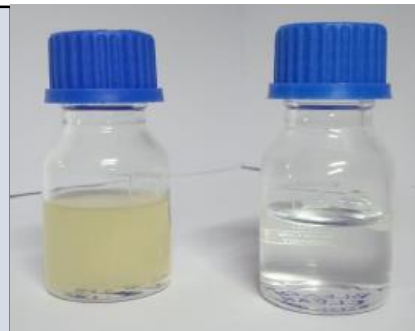


Indigo kleurproces

- Water hergebruik tot 90%
- Recuperatie indigo (5-10 g/l)
- Payback < 2 jaar

Bleekproces

- Water hergebruik tot 90%
- Recuperatie van loog
- Payback < 2 jaar



ZLD en Vlaanderen: een goeie match?

SWOT analyse ZLD

Sterkten	Zwakten
Maximaal waterhergebruik Minimale afhankelijkheid waterbronnen Recuperatie van grondstoffen (vnl. zouten) Tegengaan verzilting oppervlaktewater	Hoge investeringskost Hoge operationele kost Milieuvriendelijkheid Koolstofvoetafdruk
Opportunities	Bedreigingen
Waterschaarste Circulaire economie Striktere wetgeving Uitbreiding productiecapaciteit	Lage return on investment Goedkoop proceswater Afzetten van reststroom Koolstofvoetafdruk

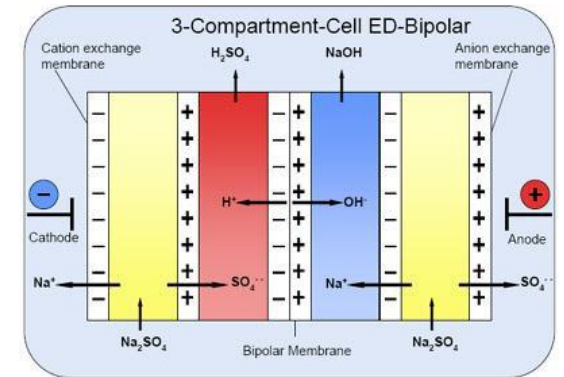


- ✓ Efficiënter watergebruik (KOW project)
- ✓ Recuperatie van water en materialen in een vroeg stadium van de productie
- ✓ M(inimal)L(iquid)D(ischarge) (end-of-pipe)

ZLD en Vlaanderen: een goeie match? (2)

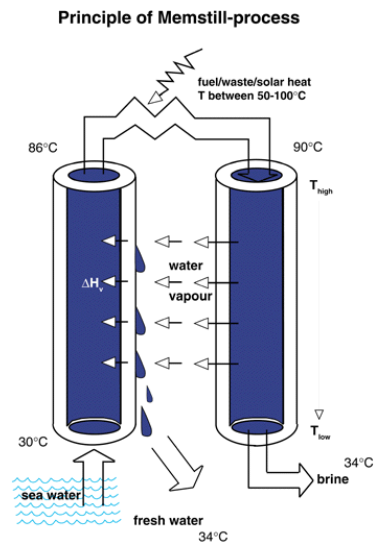
Innovatieve membraantechnologie kan de oplossing bieden

- Blauwe Cirkel 1.0 (www.watercircle.be/projecten/blauwe-cirkel)
- Improved (www.improvedwater.eu)
- Zero Brine (www.zerobriner.eu)
- Water-Mining (www.ecsite.eu/activities-and-services/projects/water-mining)
- Blauwe Cirkel 2.0 (in voorbereiding)



Enkele mogelijkheden

- Waterhergebruik verhogen door het plaatsen van een ionenwisselaar voor een RO -> opbrengst stijgt met 20%
- Combinatie van NF met MD op het brine van ontharders zorgt voor regeneratie van NaCl voor ontharders
- NaCl inzetten als pekkel of vast strooizout
- Regeneraat van ionenwisselaars voor deminwaterproductie
 - Kan zuur en base opleveren via EDBM
 - Kan NaCl opleveren via NF en MD
- NF en ED kunnen metalen afscheiden uit een zoutoplossing, deze metalen kunnen selectief worden herwonnen via elektrochemie
- Zoute reststromen toepassen in aquacultuur



- **“Traditionele” ZLD**

- ✓ End-of-the pipe
- ✓ Driver is vnl. **wetgeving** en de milieuproblematiek (**sense of urgency** noopt tot radicale aanpak), waterkost minder belangrijk
- ✓ Gekende technologie – grootschalige toepassing mogelijk
- ✓ CAPEX en OPEX (vnl. de energiekost) is zeer hoog en stijgt exponentieel met de laatste druppels
- ✓ Afvoer vaste stof is aandachtspunt
- ✓ Geen economische oplossing

- **Alternatief voor ZLD**

- ✓ Focus op (efficiënt) water(her)gebruik en grondstoffen – circulaire economie
- ✓ Recuperatie van water en grondstof in productieproces zelf waar mogelijk, end-of-the pipe kan worden beperkt
- ✓ Eerder gedreven door **duurzaamheid** en **economische factoren**, wetgeving blijft belangrijk
- ✓ Nieuwe technologie, full scale applicaties beperkt, demonstratieprojecten nodig voor opschaling
- ✓ 100% recuperatie water qua haalbaarheid case-by-case te bekijken
- ✓ Heeft groeipotentieel voor Vlaanderen

Bedankt voor uw aandacht!



www.watercircle.be

Cre@Aqua
Your water deserves it!

marc_feyaerts@creataqua.com
www.creataqua.com