

100 disruptieve technologische en sociale innovaties

In het kader van de voorbereiding van het nieuwe subsidieprogramma “Horizon Europe” werd door onafhankelijke experten het rapport gepubliceerd [“100 Radical Innovation Breakthroughs for the future”](#). Deze innovaties zullen ook hun weerslag kennen binnen het waterdomein, denk maar aan Blockchain, Lab on a Chip, datamarkten, etc. Elke van deze innovaties werd gecatalogeerd i.f.v. de waarschijnlijkheid dat deze tegen 2038 breed zullen worden toegepast, hun huidige maturiteit en de positie van Europa binnen deze ontwikkeling. Hieronder gaan we dieper in op enkele van deze innovaties en hun mogelijke link binnen het waterdomein.

Groep 1: Artificial Intelligence and Robots

A/ **Augmented Reality** is een live, direct of indirect, beeld van de werkelijkheid waaraan elementen worden toegevoegd door een computer. Een dergelijke technologie kan zeer waardevol zijn om de impact van investeringen (bv. blauwgroene infrastructures) op de leefomgeving inzichtelijk te maken (o.a. impact naar luchtkwaliteit, hittestress, etc.) en zo draagvlak te creëren om deze maatregelen effectief door te voeren.

B/ **Automated Indoor Farming** ook wel Factory Farming kan in gebieden die geconfronteerd worden met bv. hoge water stress een economisch interessante optie zijn. Japan is in het kader van deze ontwikkeling koploper. Via dit type van landbouw slaagt men erin om in wijzigende externe klimaatcondities een stabiele opbrengst te realiseren. De zogenaamde verticale landbouwbedrijven zijn ook zeer water-efficiënt.

C/ **Blockchain** is het technische fundament waarop we met meer vertrouwen zaken kunnen gaan doen/uitwisselen. Dit door het gedecentraliseerd en gezamenlijk bijhouden van data en transacties. Met een decentraal systeem worden derde partijen overbodig (denk aan bv. banken, notarissen, bepaalde overheidsinstanties, auditeurs, etc.), systemen transparanter, veiliger (minder fraudegevoelig), sneller en goedkoper. Blockchain kan meet- en regeltechniek finetunen, maakt pay per use-systemen een stuk eenvoudiger net als machine to machine-communicatie en -transacties. De mogelijkheden zijn zo divers en ingrijpend dat ook de watersector zich zal moeten verdiepen in deze disrupting technology.

D/ **Driverless** verwijst naar de technologieën en sensoren die het mogelijk zullen maken om voertuigen (land, water & lucht) autonoom te laten rijden/varen/vliegen. De voordelen bij bv. autonoom varen kunnen groot zijn. Naar verwachting kan autonoom varen bijdragen aan een hogere veiligheid, een grotere inzetbaarheid van schepen (schepen kunnen dichter op elkaar varen), verlaging van de (bemannings) kosten en een vermindering van brandstofverbruik en emissies zoals CO₂. Ook zou autonoom varen een rol kunnen spelen bij het effectief ontsluiten van kleinere rivieren en kanalen. De inzet van (kleine) schepen op kleine kanalen/rivieren is vaak economisch niet mogelijk gezien de te hoge bemanningskosten (daarnaast betreft dit ook een knelpuntberoep). Meer autonoom varende schepen kan dit knelpunt mogelijks opheffen. De verbetering van de flexibiliteit van de binnenvaart kan er verder voor zorgen dat de vervoer over water beter ingezet kan worden in synchromodaal transport.

E/ **Hyperspectral Imaging** verzamelt en verwerkt gegevens uit het hele elektromagnetische spectrum. Het doel van hyperspectrale monitoring is om het spectrum te verkrijgen voor elke pixel in het beeld met als doel het vinden van objecten, het identificeren van materialen of detecteren processen. Binnen het waterdomein kan het gaan om het identificeren van lekken in waterinfrastructuur, het naleven van afstandsregels t.o.v. waterlopen (bemesting, gebruik herbiciden, aanleg verhardingen ,etc.), in kaart brengen van, sedimentstromen, blauwalgen, etc.

F/ **Swarm Intelligence** is een vorm van kunstmatige intelligentie die gebaseerd is op collectief gedrag van gedecentraliseerde, zelforganiserende systemen. Deze vorm van kunstmatige intelligentie wordt o.a. onderzocht voor het beheer energienetwerken met gedecentraliseerde energiebronnen. De meerwaarde voor het beheer van een gedecentraliseerd waternetwerk dient bekeken te worden (o.a. via de slimme inzet van de private regenwaterputten).

G/ **Artificial Intelligence** wordt reeds volop gebruikt in de watersector, zoals bij automatische lekdetectie en bij beeldherkenning van objecten in drone- en satellietbeelden. De beschikbaarheid van steeds meer data, de steeds krachtiger wordende rekencapaciteit en de continue doorontwikkeling van algoritmes zorgt voor nóg meer mogelijkheden in het gebruik van Kunstmatige Intelligentie.

H/ **Precision Farming** is het nauwgezet en efficiënt bedrijven van geautomatiseerde landbouw en maakt daarbij gebruik van GPS, sensoren op de grond of vanuit de lucht (per drone of satelliet), en computers op de landbouwmachines of -voertuigen. In het rapport wordt o.a. verwezen naar de [Blue River Technology Robot](#) die met behulp van camera's op een zeer accurate manier onkruid kan identificeren en verdelgen resulterend in daling gebruik van pesticiden en kostenbesparing.

Groep 2: Human-Machine Interaction & Biometrics

Niet direct van toepassing

Groep 3: Electronics & Computing

A/ **Nano-LEDs** (light emitting diode): Hierin wordt o.a. verwezen naar het gebruik van UV licht (golflengten tussen 2000 en 280 nm) die o.a. kan gebruikt worden voor de desinfectie van water. De klassieke UV lampen hebben evenwel hun beperkingen (lage werking bij lage temperaturen, benodigde opwarmtijd, risico voor kwik lekkage). Onderzoekers zijn er in geslaagd om een UVC-LED te ontwikkelen die op bovenstaande beperkingen een antwoord biedt.

Groep 4: Biohybrids

A/ **Biodegradable sensors** hebben een beperkte levensduur en verdwijnen nadien via hydrolyse of biochemische reacties (deze ontwikkeling is een antwoord op de bezorgdheid van de ecologische impact van elektronica na gebruik). De ontwikkelingen worden in belangrijke mate gezien binnen de medische sector maar ook op het niveau van milieumonitoring. Er wordt o.a. verwezen naar de ontwikkeling van een paper-based-sensor voor het evalueren van de toxiciteit van drinkwater.

B/ **Lab on a Chip (LOC)** integreert laboratoriumfuncties zoals chemieanalyses binnen één enkel klein apparaat. LOC zal toelaten dat burgers actief kunnen deelnemen aan milieumonitoring via bv. citizen science projects.

Groep 5: Biomedicine

A/ **Gene editing** is een methode waarbij het DNA van een organisme moedwillig en gericht wordt aanpast. “Gene editing will find its way into many different applications, most of them still unimagined. There is a lot of creativity involved in imagining new uses – and a lot of ethical concerns and regulation to consider”.

Groep 6: Printing & Materials

A/ **Energy: 3D-printed turbine prototype:** A prototype run-of-the-river turbine is being developed, capable of generating electricity with minimal environmental impact. The water turbine system, called [Volturnus](#), operates based on a horizontal design that generates energy while also deflecting river debris such as rocks, plants, or logs. The V-Pod turbines sits below the surface in flowing bodies of water, subtly and silently capturing enough energy to support as many as 40 households. Literally, within a day, purified water is available on spot for the first time; the same goes for electricity for cell phone towers and the Internet, computers, refrigerators and LED lighting.

B/ **4D printing** is conventional 3D printing (the latter term is often used synonymously with “additive manufacturing”) combined with the additional element of time and, sometimes, movement. 4D-printed objects can change shape or self-assemble over time if exposed to a stimulus – heat, light, water, magnetic field or other form of energy – that activates the process of change.

“In the energy industry, shape memory materials could be used in the future on solar panels, acting as sensors for detecting the sun and auto-rotating accordingly. 4D printing could prove useful in building smart infrastructure as well. Imagine “pipes of a plumbing system that would dynamically change their diameter in response to the flow rate and water demand”. Or, “bridges, shelters or any kind of installations, as they would build up themselves or repair themselves in case of weather damage ([klik hier](#))”

C/ **Hydrogels** zijn gels van natuurlijke of synthetische polymeren en die grote hoeveelheden water kunnen vasthouden (>90% volume). Het gebruik van hydrogels als antwoord op de droogte staat reeds beschreven ([klik hier](#)). In het rapport wordt het gebruik van hydrogels ook beschreven voor het ontwikkelen van Biothreat Detection Devices: “Detecting contaminated water can take days, putting humans and animals at serious risk. However, a newly developed E. coli detection system will identify “the bacteria right at the water source, before people start drinking the water. The device uses a porous hydrogel matrix that cages specific enzymatic substrates which release certain enzymes in E. coli cells. When E. coli are present, the enzymes react and immediately turn red”

D/ **Self-healing Materials** hebben de mogelijkheid om schade zelf vast te stellen en deze autonoom gedeeltelijk of volledig te herstellen. Groot potentieel wordt gezien in het beheer van infrastructuur: wegen, rioleringen , pijpleidingen, etc. Waarom nog op zoek gaan naar lekken als deze zich autonoom kunnen herstellen?

Groep 7: Breaking Resource Boundaries

A/ **Bioplastic**: hierbij wordt o.a. gekeken naar de inzet van polyhydroxybutyraat (PHB) voor de productie van plastics. Deze kunnen worden geproduceerd door bv. methanotrofe bacteriën aanwezig in biogasinstallaties.

B/ **Desalinatie** is het proces waarbij verschillende zouten worden verwijderd uit water. Dit wordt op vandaag gerealiseerd via destillatie, electrolyse of filtratie. Elk van deze technieken heeft evenwel zijn nadelen (energie-intensief, chemicaliënverbruik voor het reinigen van membranen, etc.). Veel potentie wordt gezien in het gebruik van **grafeen**. Grafeen is een tweedimensionaal materiaal dat bestaat uit een enkele laag koolstofatomen gerangschikt op een rooster met een hexagonale (honingraat) structuur. Grafeen heeft veel bijzondere eigenschappen. Zo is het meer dan 200 keer sterker dan staal, een uitstekende thermische en elektrische geleider, flexibel, zeer dun en transparant. Dit maakt het potentieel geschikt voor een breed scala aan toepassingen. Binnen de waterzuivering ziet men grote potenties voor grafeen (o.a. via de zelfreinigende eigenschappen van de membranen wanneer een “low voltage electric shock” wordt toegepast) . Daarnaast kan de pore size precies gedimensioneerd worden waardoor de evolutie kan worden ingezet naar “**on-demand filtration**” waarbij specifieke moleculen uit het water gefilterd kunnen worden i.f.v. van hun grootte.

C/ **Hyperloop** is een transportsysteem dat momenteel wordt ontwikkeld (demonstratieprojecten in VS en Nederland – o.a. Hyperloop One) o.a. gebruik makend van magnetische levitatie en vacuüm. Deze ontwikkeling kan de manier waarop we goederen en personen transporteren drastisch veranderen en dus ook de manier waarop op onze (water)weginfrastructuur organiseren.

D/ **Plastic-eating bugs.** Dit betreft de inzet van bacteriën, schimmels, wormen, etc. om plastic af te breken en aldus een antwoord bieden op het plasticprobleem. Kanttekening bij deze aanpak is dat plastic steriel is en zeer waardevol is om bv. voedsel te bewaren. De ontwikkeling van plastic-eating bugs kan deze waardevolle functie in gevaar brengen.

E/ **Technologies for Disaster Preparedness** o.a. het nauwkeurig voorspellen van hevige regenval.

F/ **Underwater Living:** als gevolg van overbevolking wordt het concept om onderwater te gaan leven meer en meer als een oplossing naar voor geschoven. Verschillende initiatieven worden hierrond opgezet. Daarnaast wordt ook ingezet op onderwatertuinen en onderwater landbouwbedrijven die een grote variëteit aan voedsel kunnen produceren.

G/ **Wastewater Nutrient recovery** waarbij in hoofdzaak wordt gekeken naar het herwinnen van stikstof en fosfor uit het afvalwater met bijzonder aandacht voor Biological Phosphate Removal.

Groep 8: Energy

A/ **Energy Harvesting:** efficiënte energiewinningstechnieken zullen o.a. toelaten dat draadloze sensornetwerken vrijwel continue kunnen functioneren. Onderzoek is lopende om energie te capteren uit i. licht (o.a. ook uit bioluminescentie?), biomechanische energie uit het hart van een organisme, uit radiogolven, uit minimale temperatuurverschillen, (inslagenergie van regen?), electricity-generating paint, etc.

B/ **Hydrogen Power:** Waterstof kan zowel elektrisch, chemisch als biologisch uit water gewonnen worden. In combinatie met CO₂ kan tevens methanol geproduceerd worden. In combinatie met bacteriën (*Ralstonia eutropha*) een vloeibare brandstof/ meststof ([klik hier](#)).

C/ **Marine and Tidal Power technologies:** het grootste potentieel wordt gezien op het niveau van golfslag energie, gezien de voorspelbaarheid en de continuïteit. Uitdaging is evenwel om de connectie te kunnen maken met het elektriciteitsnetwerk.

D/ **Microbial Fuel Cells** hebben het voordeel dat ze simultaan afval behandelen en tegelijkertijd propere energie produceren. Er is evenwel nog veel onderzoek nodig om een aantal praktische barrières weg te werken (o.a. lage stroomdensiteit als gevolg van grote weerstanden).

Groep 9: Social Breakthroughs

Verschillende sociale innovaties worden beschreven gaan van Collaborative Innovation Spaces, Gamification, Experience based economy (in tegenstelling tot owner based economy), Lifelogging (waarbij je als individu alles monitort; hartslag, suikerspiegel, aantal stappen per dag, etc.), autovrije steden, local food circles (met o.a. aandacht voor permacultuur, localvores, community supported agriculture, Indoor gardening, etc.), alternatieve munten (bv. tijd als munteenheid), gegarandeerd basisinkomen, etc. Waardevol om te vermelden is tevens de ontwikkeling van datamarkten (voorlopig op het niveau van gezondheidsdata).

A/ Owning and sharing of Health Data: Gezondheidsdata wordt steeds waardevoller. Initiatieven worden opgezet om tot datamarkten te komen (bv. Swiss Coop Healthbank), waarbij personen (data owners) eigenaar blijven van de data en beslissen wie van deze data (of een selectie hiervan) gebruik kan maken (al dan niet mits financiële compensatie o.a. afhankelijk van commerciële of wetenschappelijke doeleinden). Het kan waardevol zijn om te bekijken welke data door personen kunnen verzameld worden en die een grote meerwaarde hebben voor de nutsbedrijven en hierrond een platform op te zetten die het uitwisselen van deze data waardeert (bv. data over privaat regenwaterbeheer).