

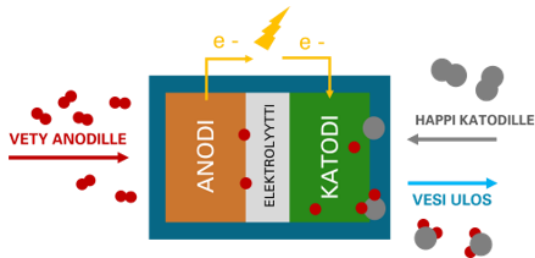
## Vety energialähteenä

Vetyä on käytetty polttoaineena, mutta nykyään on siirrytty polttokennoon vetykaasun räjähdysherkkyyden takia. Pienenä molekyylinä vetykaasu palaa lähempänä mäntäkammion reunaa, jolloin se voi aiheuttaa helpommin räjähdyskuin esim. bensiini. Vetyräjähdys on todella nopealiekkinen, voimakas ja tunkeutuva.

## Vedyn polttokenno

Polttokennossa ei pala mitään, joten se on turvallisempi vetyä käytettäessä. Polttokenno perustuu käänteiseen elektrolyysiin:

Vetykaasu syötetään anodille, josta protoni kulkeutuu katodille kennon läpi. Irronnut elektroni virtaa laitteen läpi luoden sähkövirtaa, ja siirtyy sitten katodille. Protonit, elektronit ja happi reagoi, jolloin **yksinkertaistettuna vedystä ja hapesta tulee vettä ja sähköä.**



Vedyn polttokenno: havainnollistava kuva polttokennon toiminnasta.

## Haluatko tietää lisää?

Ota yhteyttä tai lukaise lähdeluettelon tutkimuksia!

Huomaathan, että tämä vedyn biologinen tuotanto on vielä tutkimusvaiheessa, eikä sitä voida toistaiseksi toteuttaa suuressa mittakaavassa.

Tekijä: Sonja Tuominen  
Sähköposti: sohtuo@utu.fi  
Kestävät biotekniset prosessit  
Bioteknologian laitos  
Tekniikan tiedekunta  
Turun yliopisto

## Lähteet:

H. Idriss et al. (2015), Compendium of Hydrogen Energy, 1 – Introduction to hydrogen and its properties

K. E. Redding et al. (2022), Advances and challenges in photosynthetic hydrogen production

S. Kosourov et al. (2018), A new approach for sustained and efficient H<sub>2</sub> photoreduction by *Chlamydomonas reinhardtii*

S. P. Lynch (2011), Stress Corrosion Cracking – Theory and Practice, 2 – Hydrogen embrittlement (HE) phenomena and mechanisms

# VETY

Hiiletön energialähde

## Mitä on vety?



Vety on jaksollisessa järjestelmässä ensimmäinen alkuaine, eli vety koostuu yhdestä protonista, neutronista ja elektronista. Vetykaasussa on kaksi vetyatomia sitoutuneena toisiinsa, ja se on kevyin kaasuista.

Kokonsa takia vetykaasu on erittäin tunkeutuvaa ja harvaa kaasua, jolloin se vaatii tiiviit säilytysastiat sekä laajan tilavuuden. Nestemäiseksi tiivistykseen vaadittava energia on niin suuri, ettei sitä ole energiatehokasta nesteyttää.

Lisäksi vety siirtyy diffuusiolla teräkseen, rautaan, nikkeliin, titaaniin ja kobalttiin, joten säilytystankin materiaalivaihtoehdot ovat rajalliset. Diffuusiossa vety tunkeutuu metalliatomien väliin ja aiheuttaa pieniä halkeamia kasvattaessaan metalliatomien etäisyyttä toisistaan. Tällöin metalli on huomattavasti särkyvämpää ja saattaa aiheuttaa vetyvuotoja.

## Miten vetyä tuotetaan?

Tällä hetkellä kestäväntä vetyä tuotetaan elektrolyysin avulla, jossa vesi halkaistaan hapeksi ja vedyksi sähköllä. Vety on tuotteena kestävää vain, jos elektrolyysiin käytettävä sähkö on tuotettu uusiutuvista lähteistä, esim. aurinkovoimalla tai vesivoimalla. Jos taas sähkö on tuotettu fossiililla polttoaineilla tai polttamalla materiaalia, vedyn hiilijalanjälki kasvaa.

## Biologinen vedyn tuotanto

Vetyä voidaan tuottaa erikoistuneissa mikrolevissä. Mikrolevät ovat pieniä viherleviä tai syanobakteereita. Vedyn tuotantoon on erikoistuneita lajeja mm. *Synechococcus elongatus* (syanobakteeri) ja *Chlamydomonas reinhardtii* (yksisoluinen viherlevä).

Mikrolevät tarvitsevat pääasiassa vain valoa ja ravinteita. Ravinteet voivat olla jätevesistä tai kasvihuoneiden poistovesistä kerättyjä ravinnerikkaita hukkanesteitä.

Mikrolevien bioreaktori voidaan asettaa lähes minne vain, joten se ei vie perinteisiltä viljelykasveilta kasvupinta-alaa.



Esimerkki mikrolevien tubulaarisesta bioreaktorista

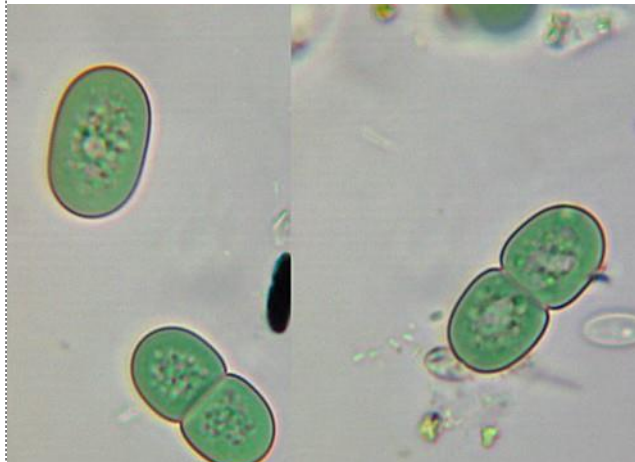
Lähde: Creative Commons: "Photobioreactor PBR 4000 G IGV Biotech" by IGV Biotech

## Vetytuotannon säätely

Vedyn tuotantoa säätelevät hydrogenaasi- ja nitrogenaasi-entsyymit. Tiettyjen mikroleväkantojen vedyntuotanto on optimoitavissa suurelle saantomäärälle eri menetelmin ja geneettisin muokkauksin.

Pulssivalotusmenetelmässä *C. reinhardtii* -levyä valotetaan vain yhden sekunnin ajan, ja annetaan sen olla pimeässä yhdeksän sekuntia. Tällä menetelmällä sen vedyntuotanto on saatu nousemaan tutkimuksessa 0 millimoolista jopa 2,5 millimooliin litraa kohden.

Tuotannon tehostuminen selittyy hydrogenaasi-entsyymin toiminnan säätelyllä. Hydrogenaasi on osana fotosynteesistä elektroninsiirtoketjua, jossa yksinkertaistettuna vesimolekyyli halkaistaan hapeksi ja vedyksi auringonvalon energialla. Entsyymi aktivoituu valossa. Reagoidessaan hapen kanssa hydrogenaasi lakkaa tuottamasta vetyä, jonka takia pienikin määrä tuotettua happea estää hydrogenaasin toiminnan normaalissa valossa.



*Synechococcus elongatus* (syanobakteeri)

Lähde: Creative commons: "Synechococcus" by yundaga

10 µm

10.08.2005, 640x