

## POLTTOKENNOT

**Avainsanat:** polttokennot, pelkistyminen, hapettuminen, elektrodireaktiot

**Luokkataso:** lukio

### Johdanto

Ehtyvät luonnonvarat, kasvava energiantarve ja ympäristövaatimukset pakottavat kehittämään uusia energiantuotantovaihtoehtoja. Yksi mahdollinen ratkaisu energiantuotantoon on polttokenno. Polttokenno on laite, joka muuntaa polttoaineen kemiallisen energian suoraan sähköksi.

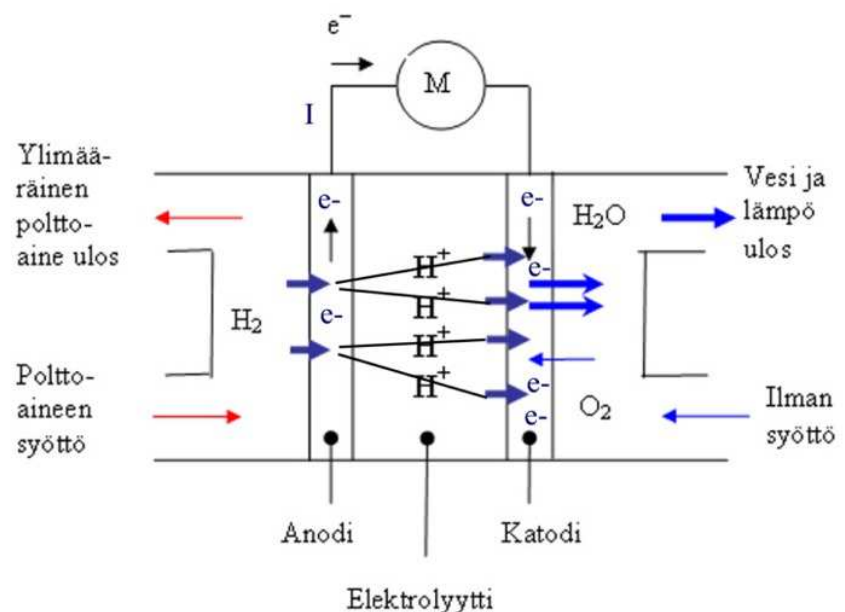
### Polttokennon toimintaperiaate

PEM-polttokennon (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) polttoaine, esimerkiksi vety  $H_2$ , erotetaan hapesta  $O_2$  kalvolla. Kalvo (elektrolyytti) ei johda sähköä, kaasuja eikä nesteitä vaan ainoastaan yhdenlaisia ioneja eli tässä tapauksessa vetyioneja  $H^+$ .

Prosessissa vetykaasu  $H_2$  johdetaan anodille. Polttokennon kalvo on katalysoitu siten, että vetykaasu ionisoituu vetyioneiksi  $H^+$ . Vetykaasun ionisaatiossa vapautuvat elektronit johdetaan johdinta pitkin moottorin kautta anodilta katodille. Vetyionit kulkeutuvat kalvon läpi.

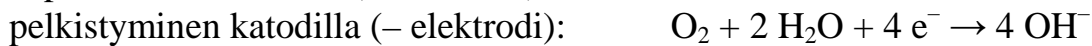
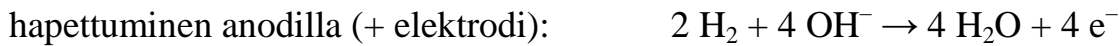
Vastaavasti happikaasu  $O_2$  johdetaan katodille, jossa se pelkistyy oksidi-ioneiksi  $O^{2-}$  vastaanottaessaan elektroneja.

Kalvon läpi kulkeutuvat vetyionit reagoivat oksidi-ionien kanssa, jolloin muodostuu vettä.

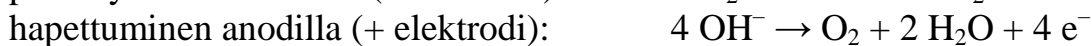
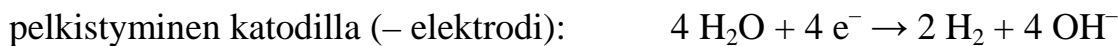


Jos elektrolyytinä on kaliumhydroksidiliuos, joka sisältää kaliumioneja  $K^+$  ja hydroksidi-ioneja  $OH^-$ :

Kennossa **purkamisen** aikana tapahtuvat reaktiot:



Kennossa **lataamisen** aikana tapahtuvat reaktiot:



## Polttokennojen edut

- voidaan käyttää useita eri polttoaineita ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ )
- paikalliset päästöt pienet (polttoaine on puhdistettava ennen käyttöä mm. rikistä ja raskasmetalleista)
- polttokennon reaktio ei tuota typen oksideja ja hiukkasia
- hyvä hyötysuhde pienentää hiilidioksidipäästöjä
- hyvät tekniset ominaisuudet ja soveltuvuus hajautettuihin energiajärjestelmiin

## Polttokennojen hyödyntämisen haasteet

- vedyn varastoinnin ongelmallisuus
- kennon korkea toimintalämpötila
- polttokennojärjestelmien hinnat korkeat (esim. katalyyttien korkeat hinnat)
- kestävyys ei ole riittävä (esim. kennon osien korroosio)

Taulukko: Tietoja eri polttokennotyyppien rakenteesta ja ominaisuuksista

	<b>AFC</b> Alkalipoltto- kenno	<b>PEFC</b> Protoninvaihto- poltto-kenno	<b>PAFC</b> Fosforihappo- poltto-kenno	<b>MCFC</b> Sulakarbonaatti- poltto-kenno	<b>SOFC</b> Kiinteäoksidi- poltto-kenno
Elektrolyytti	KOH	ioninvaihto- kalvo	nestemäinen fosforihappo- piikarbidissa	sula alkalikarbonaatti LiAlO <sub>2</sub> - matriisissa	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -stabiloitu ZrO <sub>2</sub>
Anodi	Pt seokset	Pt hiilen päällä	huokoinen Pt	huokoinen Ni	Ni- ZrO <sub>2</sub> cermet
Katodi	Pt, Ag, NiO	Pt hiilen päällä	huokoinen Pt	Ni-oksidi	Sr-dopattu LaMnO <sub>3</sub>
Varauksen kantaja	OH <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	O <sup>2-</sup>
Polttoaine	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> , CO, CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> , CO, CH <sub>4</sub>
Toiminta- lämpötila	65–220 °C	80 °C	205 °C	650 °C	600–1 000 °C
Sähkö- hyötysuhde	60 %	25–35 %	37 %	46 %	50 %
Sovellukset	sähkön- tuotanto avaruus- lennolla	liikenneväli- neet, energian- tuotanto, kannettavat sähkölaitteet	sähkön- tuotanto	sähkön- ja lämmöntuotanto	liikennevälineet energiantuotanto

## Lähteet

Energian käytön ja tuotannon teknologiset näkymät  
Mooli 3 Lukion kemia