



# Effektivitetstest af brintceller på to generatorer

Analysereport 946803



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**



# Effektivitetstest af brintceller på to generatorer

Analysereport 946803

---

**Udarbejdet for:**

Becks Autoservice  
Håndværkersvinget 7  
6360 Tinglev

**Udarbejdet af**

Teknologisk Institut  
Kongsvang Allé 29  
8000 Aarhus C  
Miljøteknologi

December 2020

Forfatter: Thomas Nørregaard Jensen  
Konsulent, ph.d. nanoscience  
[tnje@teknologisk.dk](mailto:tnje@teknologisk.dk), +45 7220 3246

Kvalitetssikring: Kim Winther  
Seniorspecialist, motorteknik  
[kwi@teknologisk.dk](mailto:kwi@teknologisk.dk), +45 7220 1310



## 1. Opgavebeskrivelse

Becks Autoservice har rekvireret Teknologisk Institut til at teste effektiviteten af brintceller monteret på to forskellige generatorer. Generatorerne var hhv. trailermonteret og pallemonteret og benævnes i denne test som hhv. den store og lille generator. Testen udføres ved en belastning på 0 % og ca. 75 %. Effektiviteten vurderes på baggrund af måling af CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, partikelmasse (PM), uforbrændt hydrocarbon (HC) samt brændstofforbrug.

Effektivitetstesten blev udført på Teknologisk Institut i Aarhus den 24. og 25. november 2020 med tilstedeværelse af Dimitar Yankov Kolev fra Teknologisk Institut og Brian Beck fra Becks Autoservice.

## 2. Konklusion

For begge generatorer blev der først udført en referencemåling ved hhv. 0 % belastning og ca. 75 % belastning. Derefter blev der udført en brintrensning i 5 timer med ca. 75 % belastning, hvorefter der blev foretaget en måling med hhv. tændt og slukket brintcelle ved en belastning på hhv. 0 % og 75 %.

For den store generator blev kølevandstemperaturen målt til 75-78 °C ved ca. 75 % belastning. Ved 0 % belastning blev kølevandstemperaturen målt til 40-58 °C.

Nom. Effekt	0 % belastning	75 % belastning
48 kW	Brintrensningen reducerede udledningen af PM med ca. 96%. HC og CO blev reduceret i mindre grad, mens NO <sub>x</sub> steg i mindre grad. Efter rensningen gjorde det ingen signifikant forskel om brintcellen var tændt eller slukket.	Brintrensningen medførte en mindre reduktion i PM, men en mindre stigning i NO <sub>x</sub> , HC og CO. Med tændt brintcelle efter rensningen, blev HC og CO dog i mindre grad reduceret. For ingen af de øvrige måleparametre kunne der måles en signifikant effekt af brintcellen efter brintrensningen.
5 kW	For ingen af måleparametrene kunne der måles en signifikant effekt af brintrensningen. Efter rensningen gjorde det ingen signifikant forskel om brintcellen var tændt eller slukket.	Efter brintrensningen blev der målt et mindre fald i brændstofforbrug, HC, CO og CO <sub>2</sub> samt en mindre stigning i partikeludledningen. Efter rensningen gjorde det ingen signifikant forskel om brintcellen var tændt eller slukket.



### 3. Prøveemnerne

Prøveemnet er en brintgenerator af typen "Ultimate Cell" som producerer brintgas ved elektrolyse og tilfører denne til motorens indsugning med henblik på bedre forbrænding. Energi til elektrolyse leveres fra generatoren under test og indgår derfor som et egetforbrug. Til testen er der valgt to dieseldrevne generatorer, type Atlas Copco QAS 60 og en ældre generator af ukendt mærke med nominel effekt 48 kW og 5 kW. Se billeder af generatorerne i Figur 1. Der var ikke monteret diesel partikelfilter (DPF) på generatorerne. Som belastning blev anvendt elektriske varmeblæsere på henholdsvis 36 kW og 3,7 kW.



Figur 1. Billeder af de to generatorer anvendt i testen på hhv. 48 kW (til venstre) og 5 kW (til højre).

### 4. Procedure og analysemetoder

Generatorer og brintceller blev stillet til rådighed af Becks Autoservice, som desuden stod for at koble en varmeblæser på hver generator.

Målingerne blev for hver generator foretaget i følgende rækkefølge

1. Start og opvarmning af generator
2. Referencemåling med belastning på generator
3. Referencemåling med generator i tomgang
4. Tilslutning af brintcelle og kørsel i 5 timer med brintcellen tændt og med en generatorbelastning på cirka 75 %
5. Måling med brintcelle TÆNDT med belastning på generator
6. Måling med brintcelle SLUKKET med belastning på generator
7. Måling med brintcelle TÆNDT med generator i tomgang
8. Måling med brintcelle SLUKKET med generator i tomgang



Den anvendte forsøgsopstilling er opbygget med udgangspunkt i teststandarden ISO 8178-1. Alt måleudstyr blev koblet på generatorernes udstødningsrør. Det anvendte måleudstyr fremgår af Tabel 1, og følgende parametre blev monitoreret og datalogget:

- Elektrisk effekt for hvert driftspunkt
- Brændstofmængde
- Røggasserne NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> og HC
- Partikelmasse og partikelantal
- Baggrundsparemetrene lufttemperatur og luftfugtighed

Tabel 1. Udstyrsliste.

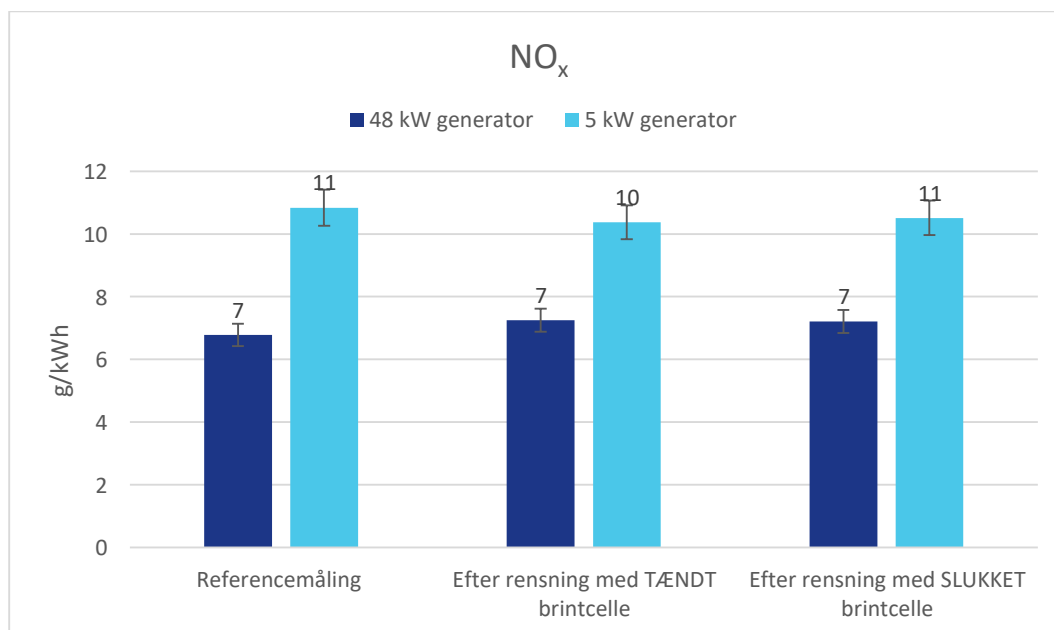
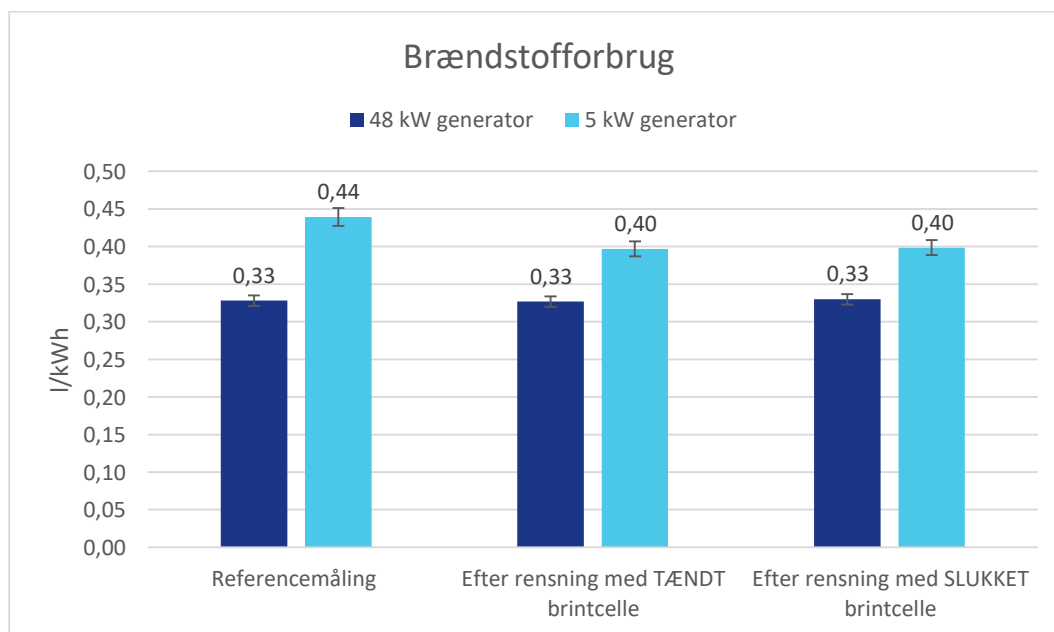
Komponent	Fabrikat	Model	Måleområde	Målemetode	Usikkerhed
Brændstofmasse	KERN & Sohn GmbH	FKT12K0.2	0-12100 g	Load cell	±0,1 % / 0,2 g
Partikelmåler	Pegasor	Mi3	0-300 mg/m <sup>3</sup>	Diffusion Charge	-
Datalogger	Agilent	34970A	0-10 V	Analog	-
NO <sub>x</sub>	ECO PHYSICS	CLD 60	0-3000 ppm	Opvarmet CLD	±5 %
HC	ThermoFisher		0-5000 ppm	Opvarmet FID	±5 % + 5 ppm
CO	Hartmann & Braun	URAS-14	0-2000 ppm	IR	±5 % + 5 ppm
CO <sub>2</sub>	Hartmann & Braun	URAS-14	0-30 %	IR	±5 %
Elektrisk effekt	S.L. Energiteknik	Power Detective	0,2-3680 W		±2 %

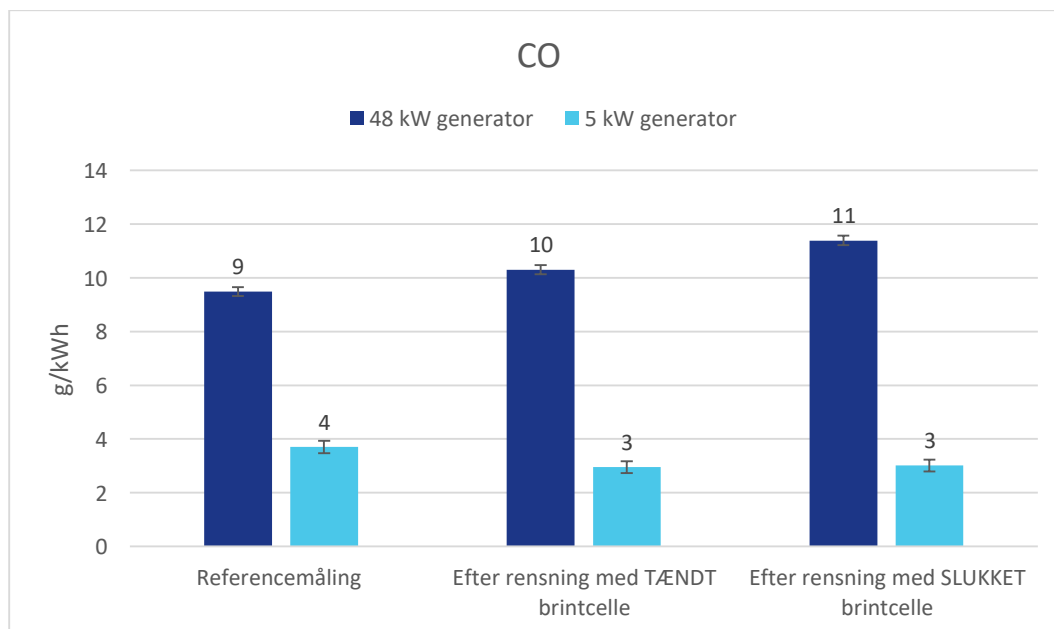
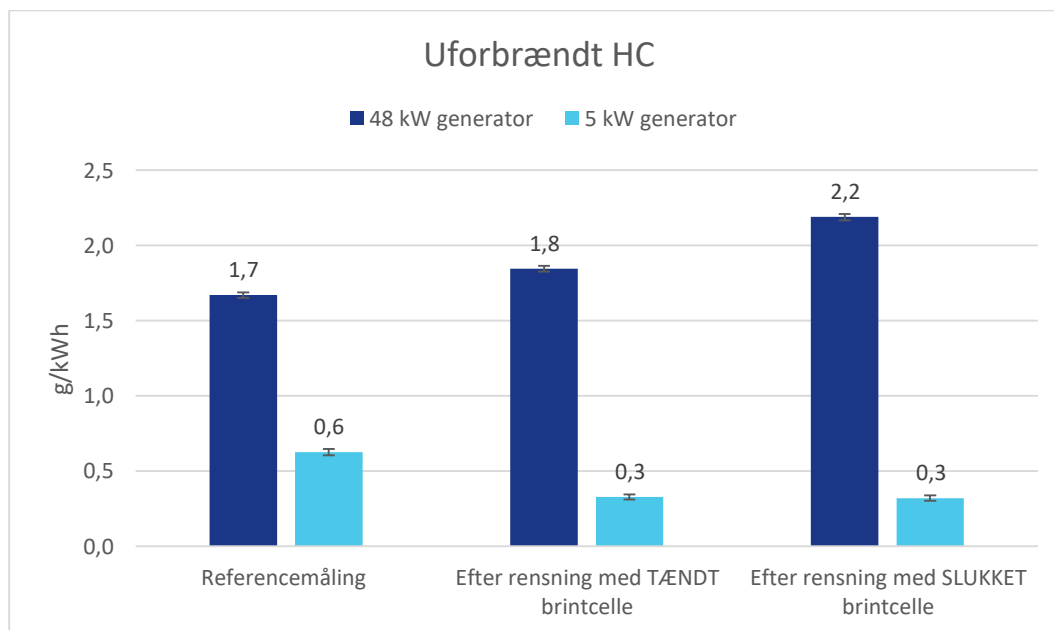
Densiteten for den anvendte dieselolie er 0,837 kg/l.

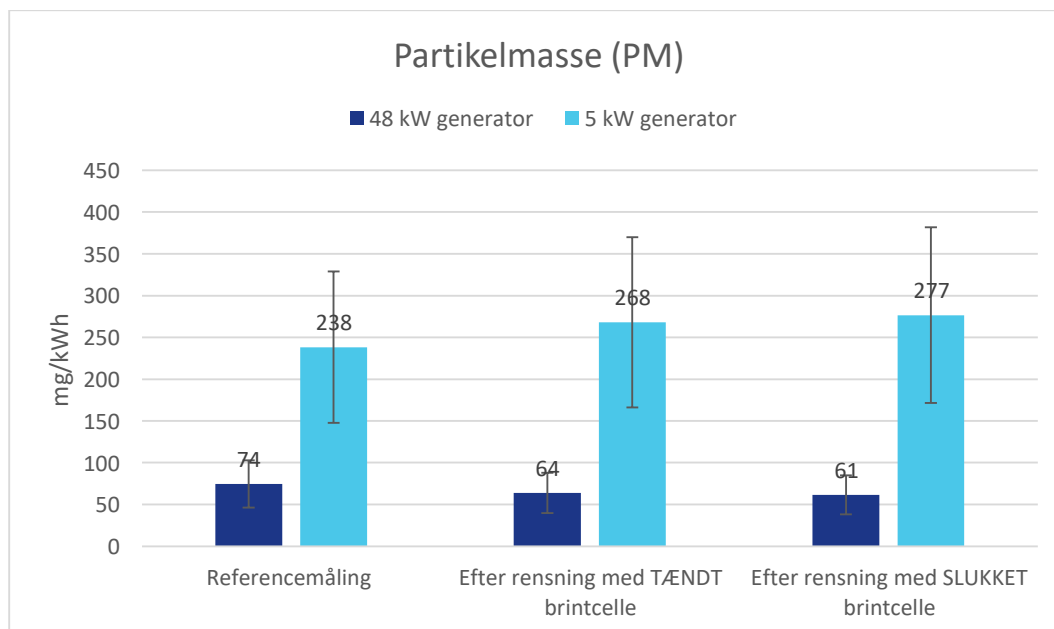
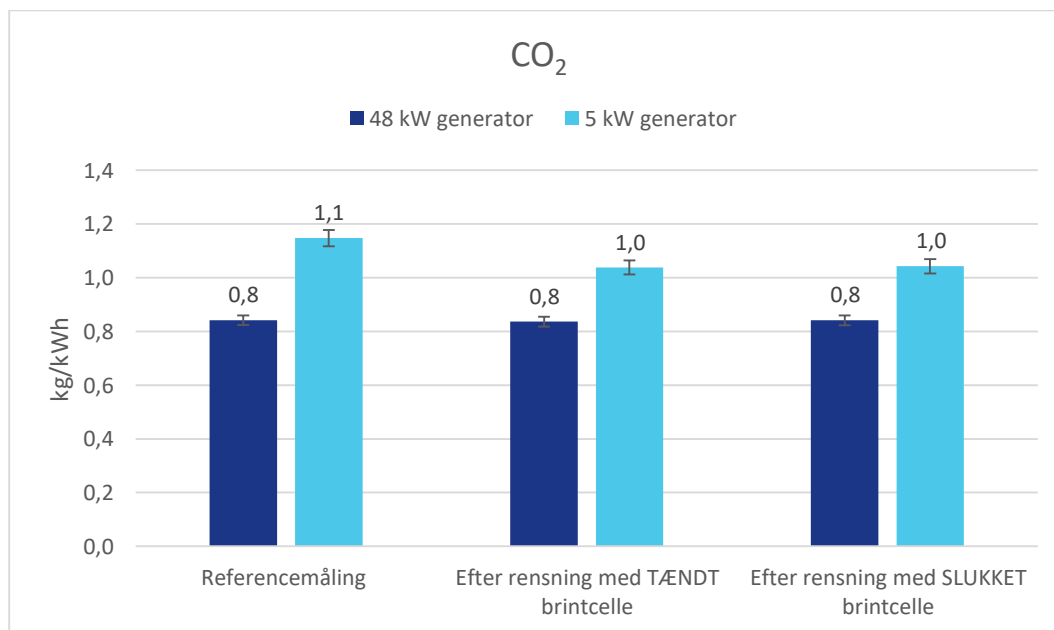


## 5. Resultater

### 5.1. Resultater ved belastning på 75 %



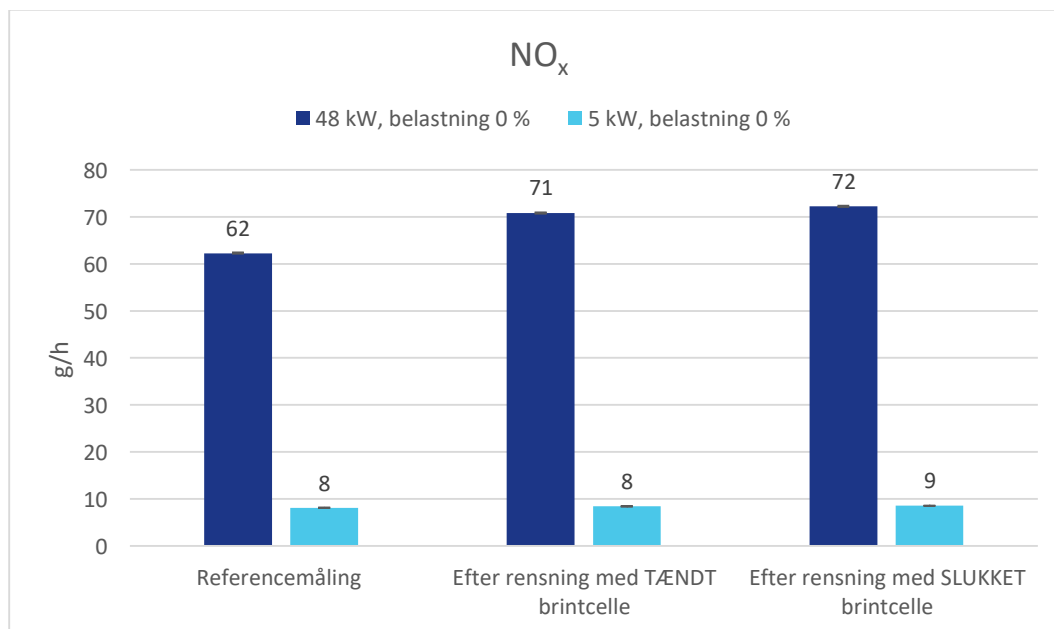
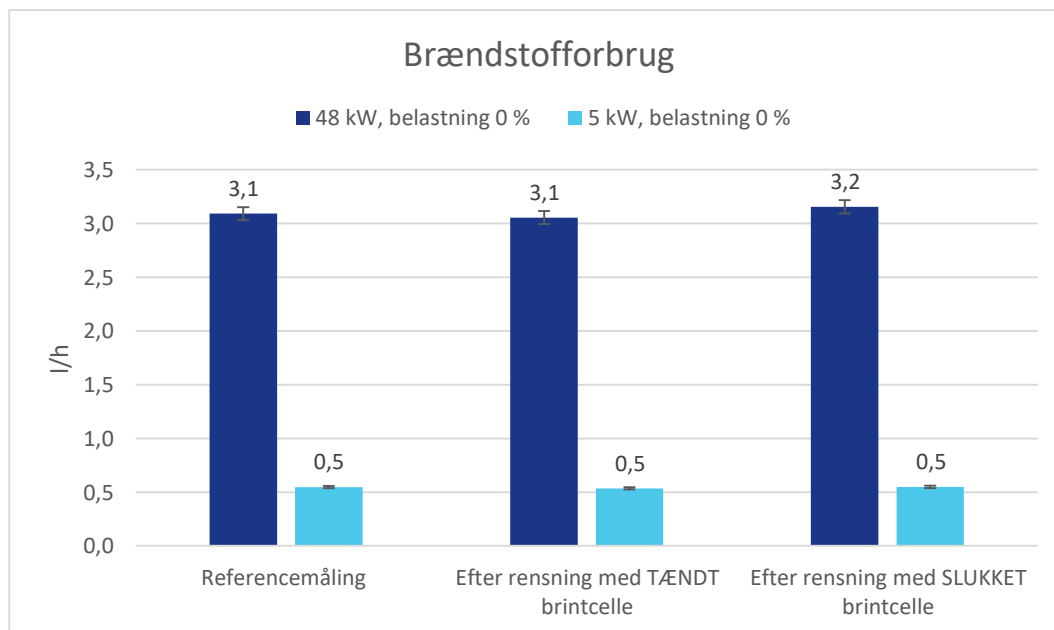


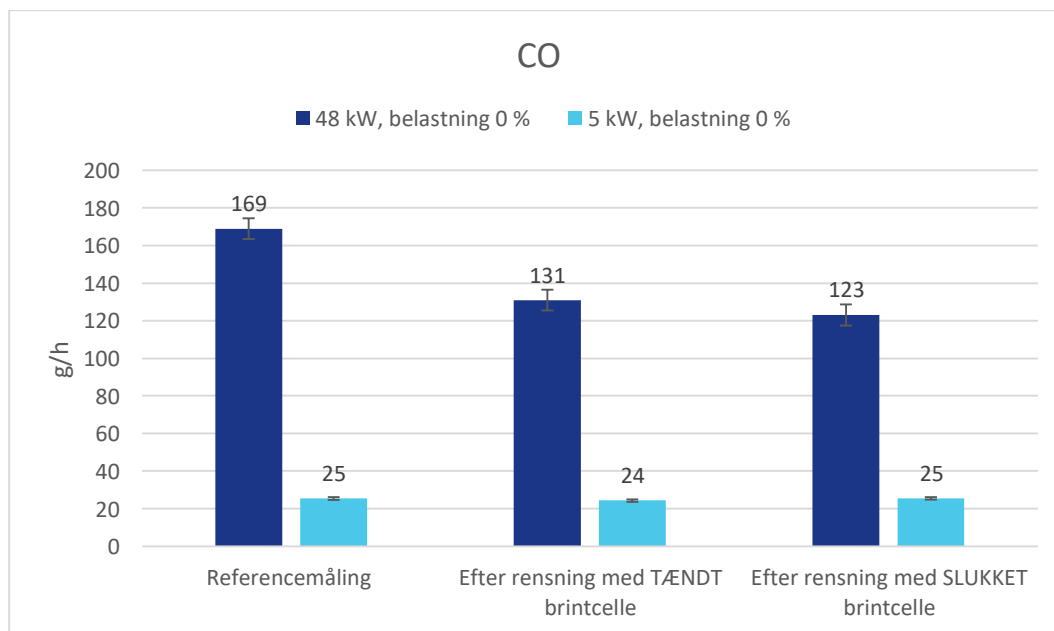
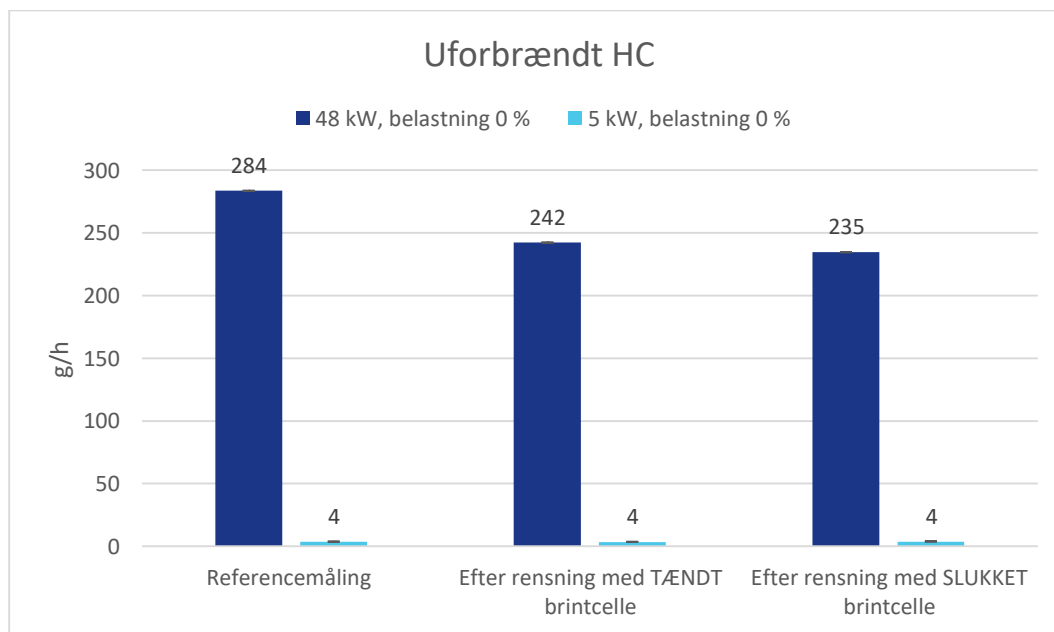


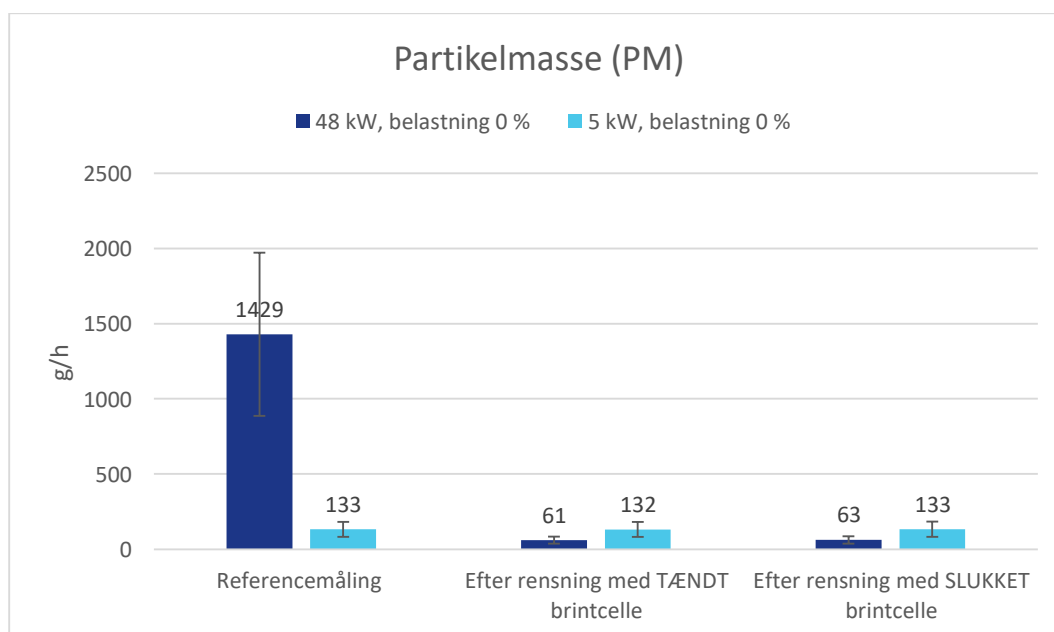
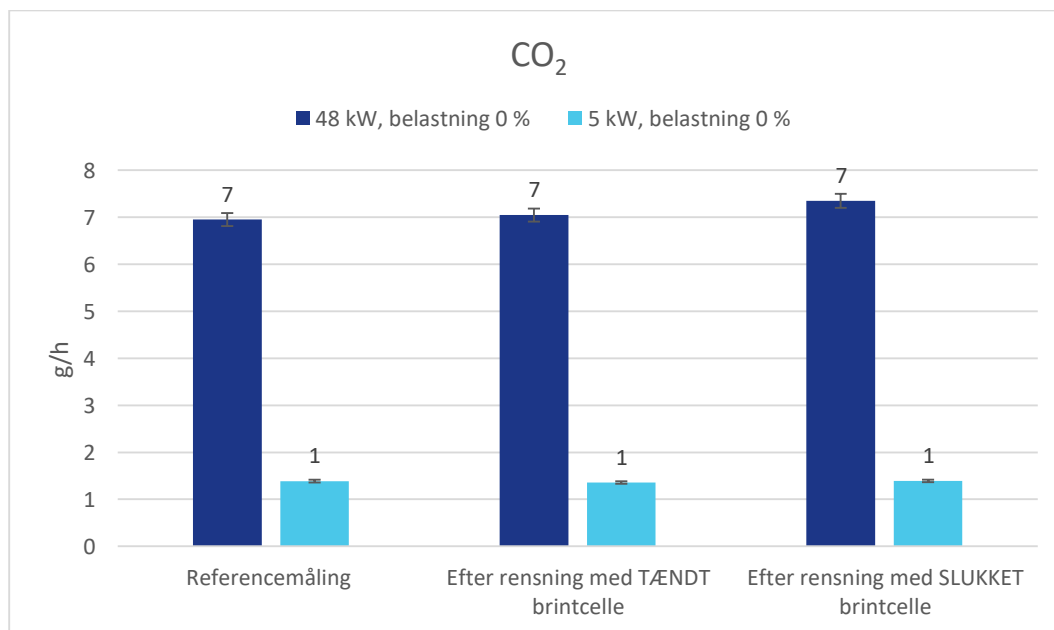




## 5.2. Resultater ved belastning på 0 %









**TEKNOLOGISK**  
**INSTITUT**