

EUDP j. nr. 64010-0093:

CanDan III iPEMstack

Slutrapport

Dantherm Power A/S
[Hobro, 20. marts 2014]



Denne slutrapport beskriver et projektsamarbejde mellem Dantherm Power A/S, Ballard A/S og Cemtec, center for energi og materialeteknologi, hvor der er udviklet metode til fremstilling og test af brændselsceller til mikrokraftvarme og nødstrømsforsyninger forsynet med naturgas/brint. Dette med henblik på opstart af en senere egenproduktion.

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | FORORD | 6 |
| 2 | SAMMENFATNING AF RESULTATER | 7 |
| 3 | SUMMARY AND CONCLUSIONS | 8 |
| 3.1 | CONCEPTUAL STUDY | 9 |
| 3.1.1 | <i>Specifikation af μCHP Og Backup</i> | 9 |
| 3.1.2 | <i>Specifikation af pilot produktion</i> | 19 |
| 3.1.3 | <i>Specification of infrastructure for production</i> | 20 |
| 3.1.4 | <i>Design of stack with valveblock</i> | 21 |
| 3.2 | BUSINESS PLAN | 22 |
| 3.2.1 | <i>Defining market requirements for iPEMStack</i> | 22 |
| 3.2.2 | <i>Market study, quantify market for iPEMStack</i> | 25 |
| 3.2.3 | <i>Development of fuel cell stack</i> | 26 |
| 3.2.4 | <i>Development of valve blocks</i> | 28 |
| 3.2.5 | <i>Making prototype</i> | 29 |
| 3.2.6 | <i>Test of prototype for functionality</i> | 30 |
| 3.3 | SYSTEM APPLICATION | 30 |
| 3.3.1 | <i>Build system in lab for test of iPEMStack</i> | 30 |
| 3.3.2 | <i>Test of iPEMStack system in lab</i> | 31 |
| 3.4 | PILOT PRODUCTION | 34 |
| 3.4.1 | <i>Develop pilot production line</i> | 35 |
| 3.4.2 | <i>Transfer of vital parts from Canada</i> | 35 |
| 3.4.3 | <i>Building pilot production line</i> | 35 |
| 3.4.4 | <i>Test of pilot production line</i> | 36 |
| 3.4.5 | <i>Producing series 00 products for system test</i> | 36 |
| 3.5 | REPORTING AND DISSEMINATION | 36 |
| 4 | KONKLUSION | 38 |
| 5 | BILAG | 39 |
| | BILAG 1: 5 kW VENTILBLOK AUTOMATISK | 39 |
| | BILAG 2: 2 kW VENTILBLOK MEKANISK | 39 |
| | BILAG 3: DRAWINGS OF THE PRESS TOOL | 39 |
| | BILAG 4: TEST RESULTATER VENTILBLOK AUTOMATISK | 39 |
| | BILAG 5: CELL TESTER CONTROL SEQUENCE | 39 |
| | BILAG 6: BILAG 6_CELL TESTER IO_LIST | 39 |
| | BILAG 7: P&ID CELL TESTER.PDF | 39 |
| | BILAG 8: STACK PROTOTYPE TEST DATA | 39 |
| | BILAG 9: ELEKTRISK DIAGRAM | 39 |
| | BILAG 10: GASUDTAG PÅ VÆGGEN | 39 |
| | BILAG 11: PART OF FC2SCALE APPLICATION | 39 |

Figur Liste

| | |
|---|----|
| Figure 1: Cad illustration of system | 10 |
| Figure 2: Load profile for single family house basis for yearly runtime estimates | 11 |
| Figure 4 blokdiagram | 13 |
| Figure 4: P&ID Cathode Flow diagram..... | 15 |
| Figure 5: P&ID - Anode | 16 |
| Figure 6: P&ID - Cooling | 16 |
| Figure 8: iPEM design | 17 |
| Figure 9: iPEM design | 17 |
| Figure 10: iPEM design | 17 |
| Figure 11: iPEM design | 18 |
| Figure 12: New Facility layout | 19 |
| Figure 13: 3d billede af presseværktøjet | 21 |
| Figure 14: 1300 stak prototype | 26 |
| Figure 15: 3d modeller af ventilblokke | 28 |
| Figure 16: 2 kW ventilblok Mekanisk | 29 |
| Figure 17: 5 kW ventilblok automatisk..... | 29 |
| Figure 18: staktester | 30 |
| Figure 19: Main Test rack..... | 32 |
| Figure 20: Satellit-test rack 1 | 32 |
| Figure 21: gas håndtering..... | 32 |
| Figure 22, system tester 7200 watt..... | 33 |
| Figure 23: testfaciliteter..... | 34 |
| Figure 24: hydraulisk presse | 35 |
| Figure 25: Pilot production line | 35 |
| Figure 26: serie 00 | 36 |

1 Forord

Formålet med projektet er at udvikle en dansk pilot produktionslinje til fremstilling af PEM stakke i Hobro. Dette sker i samarbejde med Dantherm Power og Cemtec i Hobro, Ballard og EUDP. Cemtec har etableret bygninger og faciliteter til at huse produktionen og testudstyr. Projektet er på sigt med til at nedbringe produktionsprisen på PEM stakke til backup power og mikrokraftvarme stakke.

Ved lanceringen senere af de nye stakke til mikrokraftvarme og produktion i Danmark, kan prisen nedsættes betragtelig med system integrationen af ventilblokken. Bl.a. herved kan mikrokraftvarme på sigt blive en teknologi der kan accepteres af husejere som alternativ til det traditionelle gasfy.

Til brug i backup- og mikrokraftvarmesystemer er pålideligheden og sikkerheden en meget vigtig parameter for kunden, hvorfor det er vigtigt at iPEM brændselscellestakken er gennemtestet inden den kommer i systemet. Dette for at sikre brændselscellestakken kan levere den ønskede effekt, samt leve op til de specifikationer der er sat i henhold til tæthed og varmeudvikling. Hertil er testsystemer udviklet til grundig udgangskontrol i produktionen, og senere fejlfinding på hjemsendte brændselsceller.

Udviklingen af et system til test af de færdige systemer så der er en større sikkerhed for pålidelige backupprodukter og mikrokraftvarmesystemer der behøver mindst mulig service og vedligeholdelse på markedet har også været en vigtig del af projektet.

I forbindelse med en revision af den oprindelige projektplan blev det vedtaget at afslutte projektet på basis af afprøvninger med 1020 stakken (backup power stak i stedet for den initialt planlagte 1300 mikrokraftvarme stak.)

Det grundlæggende formål med projektet er stadig at udvikle, producere og teste brændselscellestakke og systemer, dog luftkølede i stedet for de i initialt planlagte vandkølede da disse grundet problemer i udviklingsfasen først ventes lanceret i 2015.

2 Sammenfatning af resultater

I den første fase af projektet er der blevet arbejdet med Mikrokraftvarme LT-PEM brændselsceller i en konfiguration med en naturgas reformer. Denne powerblock var udset til at danne rygraden i indeværende projekt.

Udviklingen der skulle danne grundlag for integrering af balance of plant komponenter er forsinket i en sådan grad fra Ballard, at det var nødvendigt at fortsætte projektet på den luftkølede 1020 stak. Produktionsmetoden for de to stakke er grundlæggende den samme hvorfor væsentlig viden vil blive opsamlet til senere egenproduktion af mikrokraftvarme stakke.

Projektet har i det videre forløb leveret værdifulde resultater i form af teknikker og test af stakke og systemer. Det er af kritisk karakter at stakkene testes grundigt og at systemerne er udførligt testede inden de forlader Dantherm Power's produktions- og testfaciliteter. Det er nødvendigt for at øge levetiden på stakkene at udføre så skånsom test som muligt. Derfor indførtes et testsystem hvor systemerne efterskylles med en inert gas efter fuldendt test. Dette for at sikre at der ikke sker kemiske reaktioner i cellerne efter fuldendt test. Test af stakke og systemer foregår automatisk for at sikre konsistens.

Testfaciliteterne er udviklede til at klare mange forskellige tests, og har mange faciliteter såsom balancerede aftræk, udskiftning af kabinernes luft minimum 10 gange i timen, minimums flow i kabinen og adgang til gasserne: hydrogen, nitrogen, CH₄, naturgas og almindeligt komprimeret luft. Luften er anlagt med henblik på test af software, hvor kørsel med brint blot vil øge testudgifterne.

Til styring af brint flow til 1020 stakken kræves en ventilblok, dennes udformning er grundig overvejet således at mange af de mekaniske komponenter kan genbruges, hvad enten systemerne benytter en mekanisk styret eller en automatisk styret trykregulering. Disse ventilblokke er blevet udviklet i projektet. Den udviklede ventilblok til 5kW systemet kan produceres til 2625 kr. hvor den version vi benyttede tidligere kostede ca. 6700 kr. Dette er en ganske betydelig besparelse der i høj grad hjælper med at gøre hele systemet mere konkurrencedygtigt.

Forløbet har tilført stor værdi til Dantherm Power, da vores viden omkring håndtering af kritiske komponenter i forbindelse med samling af stakke er øget betragteligt, ligesom testfaciliteterne og hardwaren/procedurene i forbindelse med test sikrer at vi kan sende mere pålidelige stakke ud af huset.

Vi er ligeledes blevet i stand til at producere stakke med nøjagtigt det antal celler der er behov for i et enkelt produkt. Det er hele udgangspunktet for FC2Scale – et projekt vi ser meget stort potentiale i. Herudover er vi blevet i stand til at servicere og reparere 1020 stakke der kommer ind fra marken. Dette er ligeledes noget vi ser stort besparingspotentiale i.

Slutteligt er vi, via den interne ekspertise opbygget i dette projekt, i stand til på ganske kort tid at opsætte en pilotproduktion af den nye forbedrede mikrokraftvarmestak fra Ballard.

3 Summary and conclusions

In the first phase of the project has been working with Micro CHP LT-PEM fuel cells in a configuration with a natural gas reformer. This power block was chosen to form the backbone of this project.

Developments that were the basis for the integration of balance of plant components is delayed to such an extent that it was necessary to continue the project on the air-cooled 1020 stack. This still brings significant value to the project as the basic production method is the same.

It was therefore decided to change the project focus and continue future work on the 1020 stack, and then make the necessary changes to the produces and tests when the new 1300 stack becomes available.

The project delivered valuable results in terms of techniques and testing of stacks and systems. It is of critical nature that the stacks and systems are thoroughly tested before they leave Dantherm Power's production and test facilities. It is necessary to increase the life of the stacks to perform as gentle tests as possible. Therefore, a test system, where systems are flushed with an inert gas after completion of the test have been developed. This to make sure no chemical reaction occurs affecting the lifetime of the systems, tests of stacks and systems are automatic to ensure a uniform testing.

Test facilities are developed to cope with many different tests, and have many options in the form of concentric flue system, replacement of cabin air at least 10 times per hour, the minimum flow in the cabin and access to the gases: hydrogen, nitrogen, CH₄, natural gas and commonly compressed air. The air is used for testing of software, where hydrogen use only will increase testing costs.

To control the flow of hydrogen to the 1020 stack a valve block is required. In the design phase it was vital that as many of the mechanical components as possible was reused, whether the systems uses a mechanically operated or an automatic pressure control, this in a successful attempt to cut costs.

The process has added significant value to Dantherm Power into how to handle critical components for the purpose of assembly of stacks.

CanDan III: Projektforløb

I de følgende underafsnit vil de væsentligste resultater og udviklinger i de enkelte arbejdsplaner og opgaver blive beskrevet. I de første arbejdsplaner er der arbejdet både med μ CHP og backup power. Projektet overgår mere og mere mod backup grundet den forsinkede 1300 stak til μ CHP.

3.1 Conceptual study

I denne arbejdsplan vil den tekniske løsning som stakkene skal indgå i blive undersøgt og beskrevet i detaljer. Beskrivelsen er meget teknisk og lige på og udgøres primært af datablade og krav som brændselscellen/systemet skal kunne leve op til for at fungere i markedet. Der er rigtig mange overlap med WP2 hvor kundens krav bliver beskrevet – da det i sidste ende er kundens behov og krav der definerer produktet. Denne arbejdsplan vil blive lavet både for μ CHP og for backup power.

3.1.1 Specifikation af μ CHP Og Backup

3.1.1.1 μ CHP

μ CHP Systemet skal leve op til følgende lovmæssige krav:

Certificeringer:

CE markering i henhold til Dansk gas direktiv
IEC62282-3-1 or EN50465:2009

Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)
EN61000-6-3: 2007 and EN61000-6-2: 2005

Elektriske apparater til husholdningsbrug o.l. - Sikkerhed - Del 2-102: Særlige bestemmelser for gas-, olie- og fast brændstofferbrugende apparater med elektriske forbindelser.
IEC60335-2-102: 2007

Application

Systemets vigtigste kravspecifikationer er opsummeret i Tabel 1 System applikation summary og illustreret på Figure 1: Cad illustration of system.

Proces luft trækkes fra kabinettet, hvilket betyder kabinettets luft bliver ventileret, udadtil er kabinettet tilsluttet gennem balanceret aftræk. Kabinettet kan opnå en temperatur på 45 °C, hvorfor luft til køling af elektronik er taget fra installationsrummet. Kabinettet skal være isoleret mellem installationsrum og elektronik.

Årlig kørsel skønnes til 5000 timer se Figure 2: Load profile for single family house basis for yearly runtime estimates



Figure 1: Cad illustration of system

| | |
|---|---|
| Installation | Single family house, in-door, residential or light industry, Europe 5-35[°C] <95% RH |
| System size | HxWxD 1800x600x600mm, inverter implemented inside cabinet |
| Heat storage | <100L if none implement heat-dump |
| System control | Two modes: Heat following and VVP (IEC 61850 based) |
| System performance | 1kW _{el,ac} , $\eta_{el,ac}=35\%LHV$, $\eta_{th}=95\%LHV$ on natural gas Modulating 45-100% on load current Hot water delivered at 63°C |
| System weight | 230 kg |
| Implementation | Delivers ~50% of household heat consumption requires additional heat |
| Man Machine Interface | Web page based |
| Electrical interface | 230VAC 50Hz |
| Air intake exhaust | Balanced exhaust $\varnothing 60/100\text{mm}$ |
| Start-up time | 45min(limited by reformer) |
| Shutdown time | 4 hours |
| Standby consumption | 25W total shutdown during summer <1W |
| Yearly runtime | 5000h |
| Stack operating temperature | 67°C |
| Max pressure on central heating circuit | 2bar(g) |
| Fuel | Natural gas max 22mbar(g) |

Tabel 1 System applikation summary

Service

Årlig service skal udføres igennem frøntdøren til kabinetet, service inkluderer rensning af procesvand og en rensning af gas.

Installation

Installationen skal udføres af en autoriserede gas og vand mester og en elektriker. System er fuldt ud automatisk og testet ved levering.

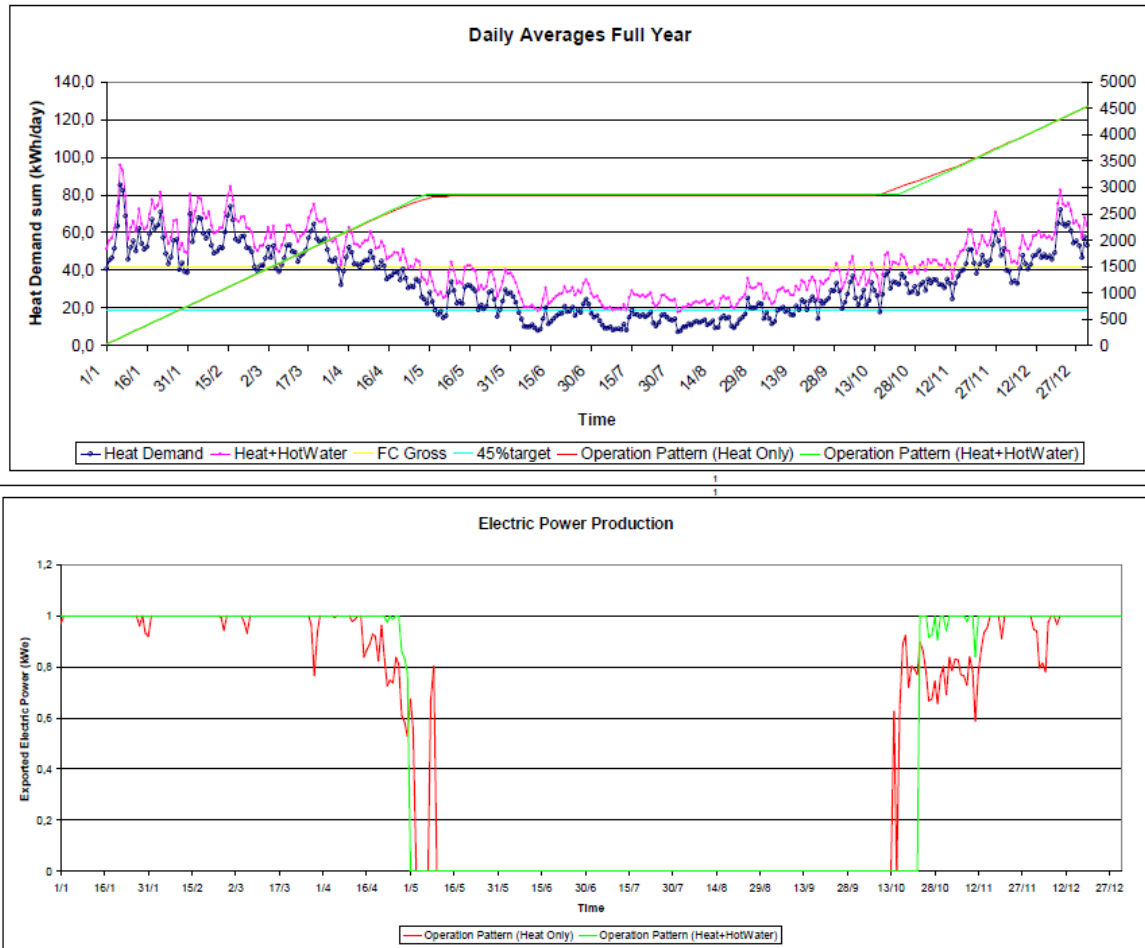


Figure 2: Load profile for single family house basis for yearly runtime estimates

3.1.1.2 Backup Power

Dantherm Power backup systemer er komplette backupløsninger designet og konfigureret til at blive installeret både indendørs og udendørs til telekommunikation og relaterede netværk. Løsningerne kan konfigureres som både integrerede og stand-alone moduler.

Batteri Extender anvender brint brændselscelle teknologier med fuldt integreret strømstyring.

Dantherm Batteri Extender (DBX) installeres parallelt med batterier. DBX er ideel i miljøer med et ustabil elnet, hvor udstyr skal beskyttes mod strømafbrydelser hvilket kræver et pålideligt nødstrømsanlæg. I tilfælde af strømafbrydelse i lysnettet vil batterierne give øjeblikkeligt backup og DBX - modulet tager over, når DC-bus- spændingen falder.

Fordele ved DBX versus batteriløsning.

- Meget lave vedligeholdelses omkostninger (Besøg kun nødvendig hvert 5 år)
- Forhindrer batterier fra dyb afladning, derved forlænges levetiden
- Meget lav støj, kan installeres næsten overalt
- Ingen forurening og ingen skadelige stoffer eller emissioner
- Nemt at øge Backup tid til 8, 12, 24, 48 eller endog 168 timer eller derover
- Kompakte, modulære og skalerbare systemer til netværk i vækst
- Den programmerbare selvtest sikrer systemets parathed
- Flydende GND - kan arbejde i både - 48VDC og +48 VDC
- Opbevaring af brændstof (hydrogen) i op til tre strenge til hot-swap og nem overvågning

konfigurationer

- Monteres i 19 " racks og kabinetter
- Parallelt med batterier og andre moduler til redundans og højere kapacitet
- Kan monteres i udendørs kabinetter, herberger og lignende
- Let at installere i eksisterende løsninger

På de næste sider ses et blokdiagram der overordnet viser hvordan delene i systemet er sat sammen. Herefter følger en række billeder af produktet samt et datablad der specificerer kravene til systemet og derved også til brændselscellen.

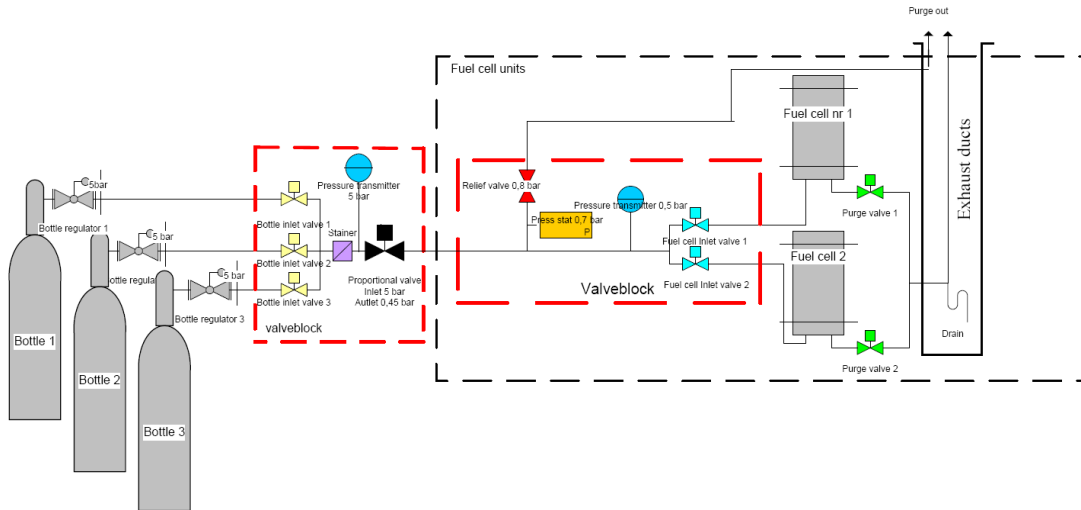
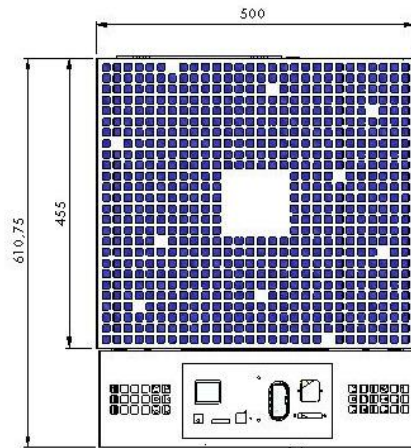
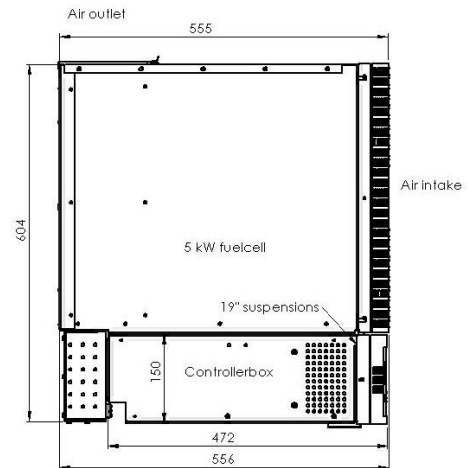


Figure 3 blokdiagram

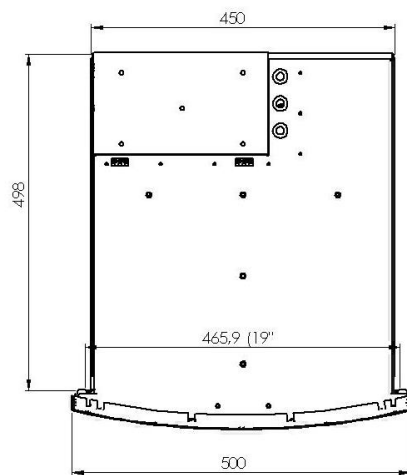
DIMENSIONS DBX5000:



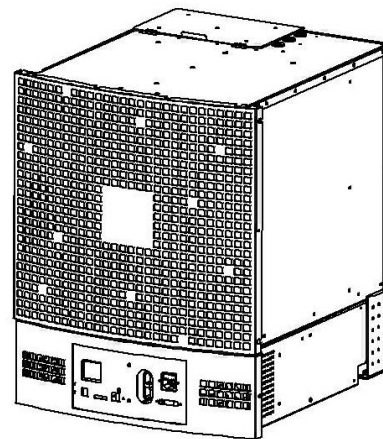
Front view



Side view



Top view



Iso view

TECHNICAL DATA:

| DBX5000H48B | | | |
|-----------------------------------|----------------------|---|--------------------------------------|
| System capacity | | | |
| Continuous Backup output | W _e | Nominal Power | 5000 W |
| Voltage output | VDC | Can be fixed within (Range) | -48 (-47 to -57) |
| Voltage input | VAC | For standby operation | 90 – 264 / 50-60 Hz |
| Fuel | | | |
| Hydrogen purity (H ₂) | % | Commercial grade 3.5 | 99,95 |
| Output Pressure | Barg | Valve Block to Module | 0,5 |
| Consumption | Nm ³ /kWh | Average at max. load | 0,95 |
| Physical | | | |
| Ambient Temperature | °C | Operational @ 5kW With add-ons | -20 to +40 -45 to + 55 |
| Integration cabinet Temperature | °C | Operational | 0 to +60 |
| Storage Temperature | °C | Weather protected | -45 - +70 |
| Cabinet dimensions | mm | H x W x D Fuel cell box H x W x D Electrical box | 533,4 x 440 x 640 150 x 440 x 640 |
| Weight | Kg | Stand alone module | 75 Kg |
| Ingress Protection | IP-class | External to internal Internal | 55 20 |
| Air flow | m ³ /h | External air duct | 200-1600 |
| Backup start up time | time. | DBX supports battery after | 10-15 min |
| Lifetime | Hours | Operational hours | 1000 |
| Startup/shutdown | Cycles | Completed cycles | 500 |
| Communication | | | |
| Interface/system monitoring | - | Standard configuration | TCP/IP – CAN Bus Display panel |
| | - | | |
| Alarms | | | |
| Voltage free Signals | - | Goes open on fault | 4 dry contacts |
| Visual indication | - | Display | 1 |
| Interface | | | |
| DC | - | On front panel | 175 A. Anderson |
| AC (only DIB version) | - | On front panel | IEC 320 |
| Hydrogen | Inlet only | External valve-block is needed | 8 mm Union |

3.1.1.3 Specification of IPEM Stack concept - μ CHP

I denne Task – gennemgås den overordnede opbygning af micro kraftvarme anlægget.

Diagram

På katode siden af anlægget (Figure 4: P&ID Cathode Flow diagram) er der et luftfilter som den første component (FA-1) for at minimere mængden af støv fra omgivelserne ind i anlægget. For at være i stand til at måle mængden af procesluft brugt i systemet skal der en masse flow meter ind (MFM8)

En blæser for at sende den nødvendige mængde luft ind i systemet, er illustreret med MP8, for at få fugtet katodeluften er befugteren W-6 placeret inden indblæsningsluften, så membranen ikke udtørres.

Efter processen er udstødningen meget våd og varm. Igennem et luftfilter (WRT-3) bliver en stor del af fugten fjernet, så membranen ikke bliver fugtet så meget at den oversvømmes.

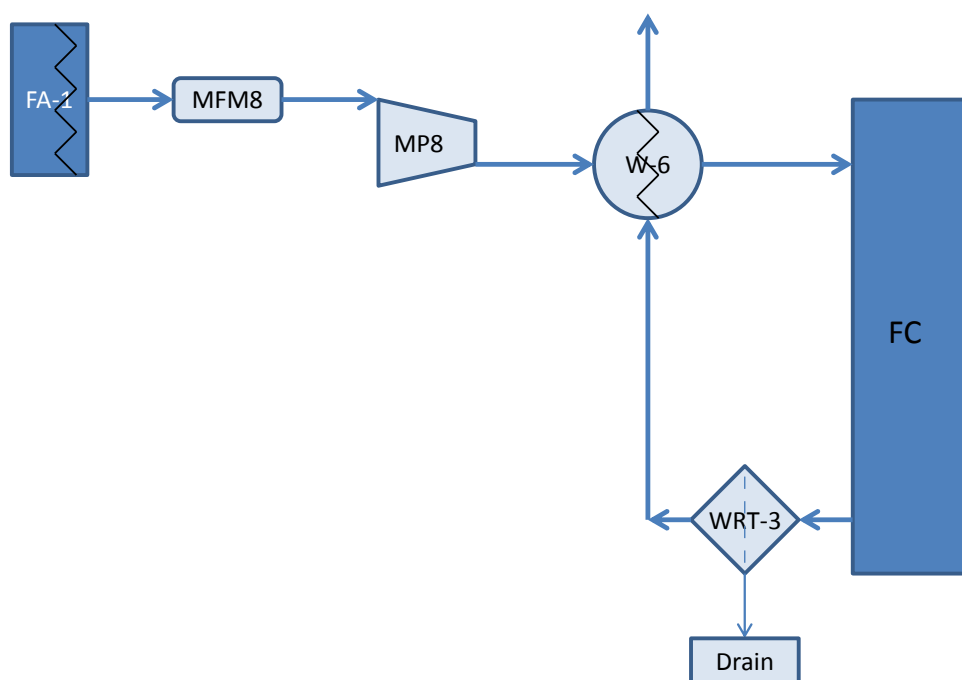


Figure 4: P&ID Cathode Flow diagram

På anode siden (Figure 5: P&ID - Anode) skal det reformerede hydrogen ligeledes igennem et filter (FA-1), og flowet skal måles igennem et masseflowmeter (MFM9)

En pulsdæmper er nødvendig for at sikre at reformeren leverer et stabilt flow af brint til blæseren (MP9).

Af sikkerhedshensyn placeres en retningsventil ved indgangen.

Efter brændselscellen (FC) er der en vandudskiller for at fjerne vandet (WRT-2) med en niveauindikator (LS-2) til at aktivere ventilen (WRT2-V1) til at tømme vandudskilleren.

Til sidst en retningsventil for at sikre ingen uønskede gasser kan komme ind bagfra.

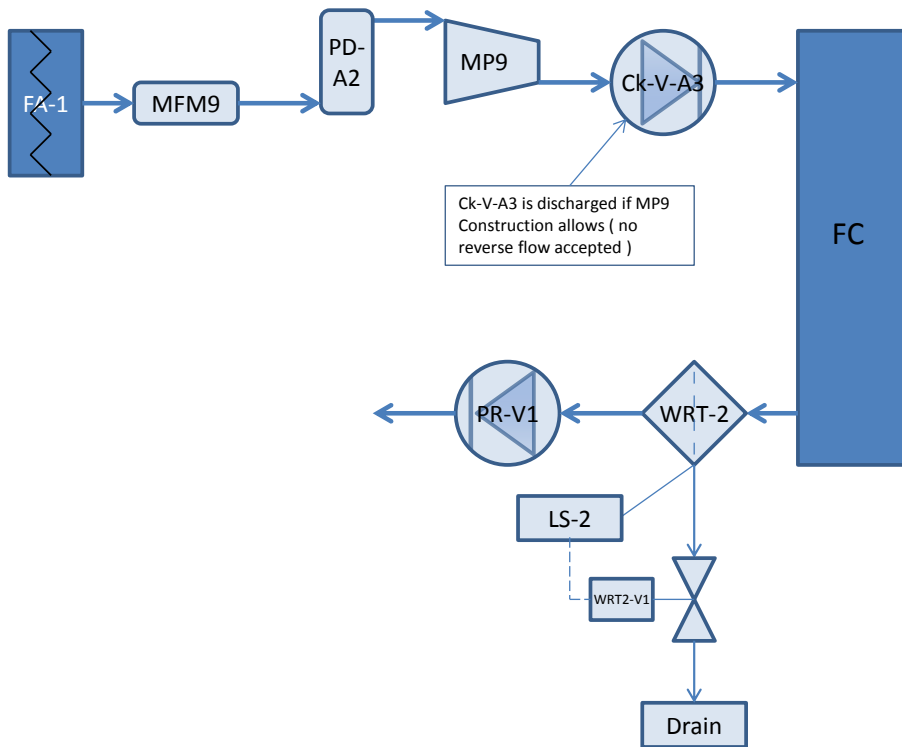


Figure 5: P&ID - Anode

I kølekredsen (Figure 6: P&ID - Cooling) måles temperaturen inden kølervæsken sendes ind i brændselscellen(FC), efterfulgt af en ekspansionsbeholder. Efter pumpen benyttes en deioniserings filter (DI-B).

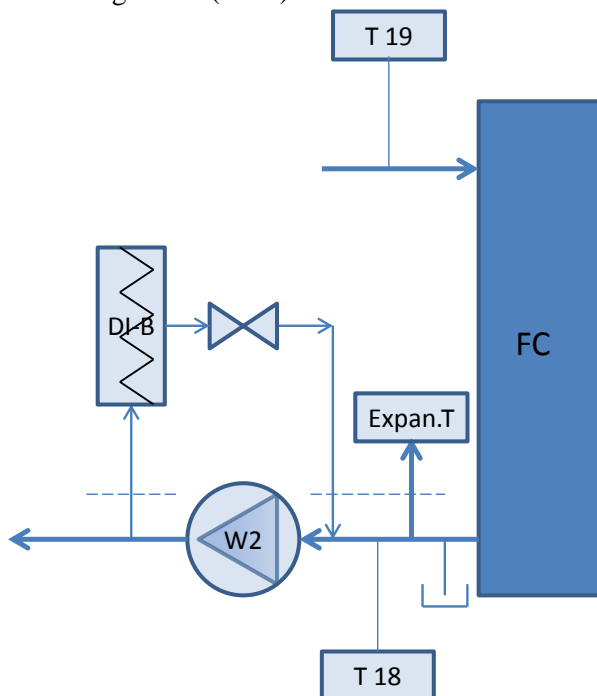


Figure 6: P&ID - Cooling

3D model

De følgende billeder beskriver hvorledes delene fra P&ID kan integreres i et brændselscellesystem.

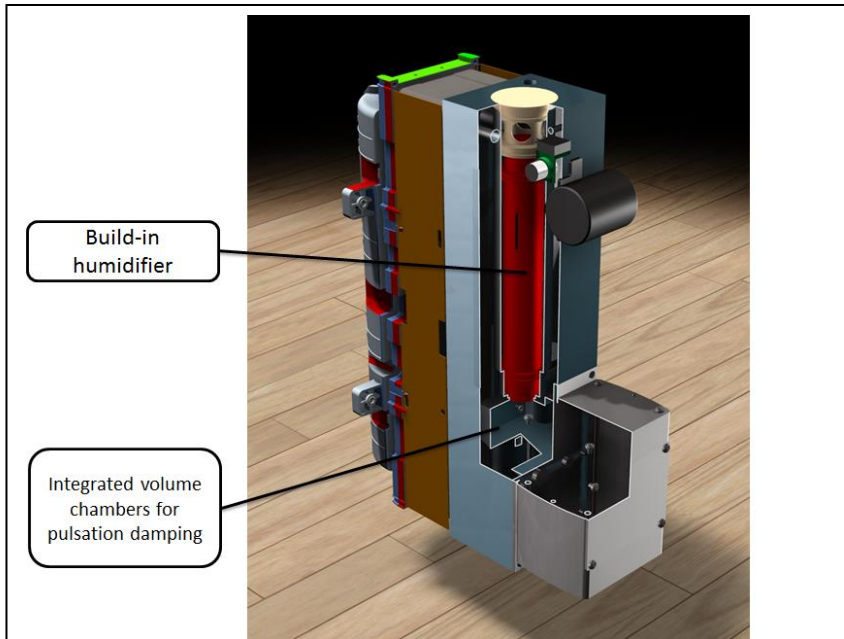


Figure 7: iPEM design

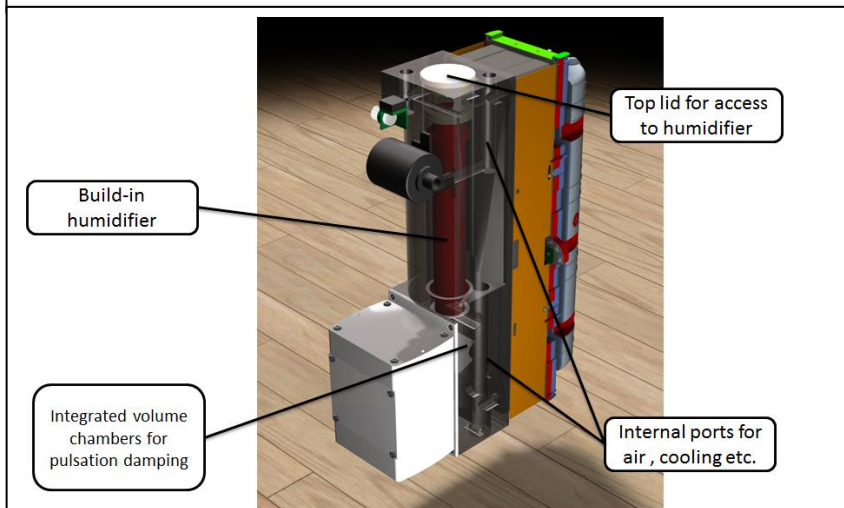


Figure 8: iPEM design

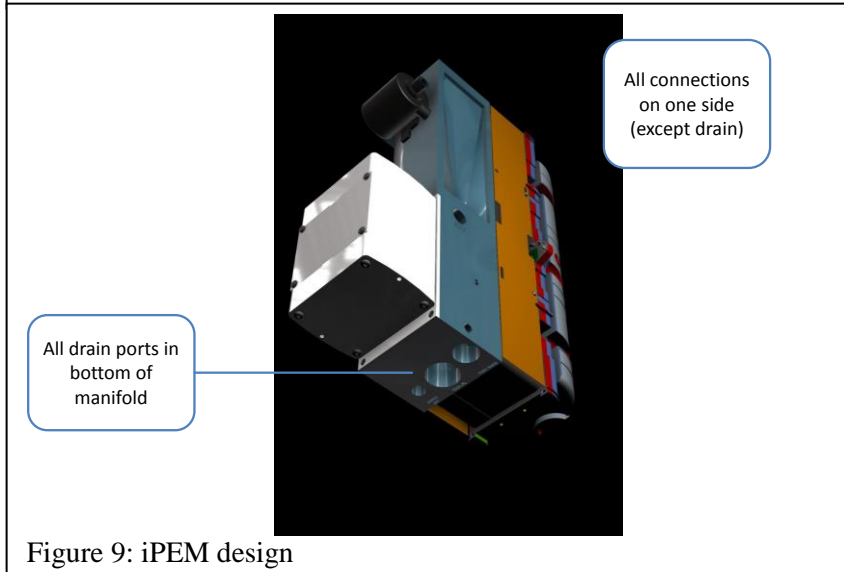
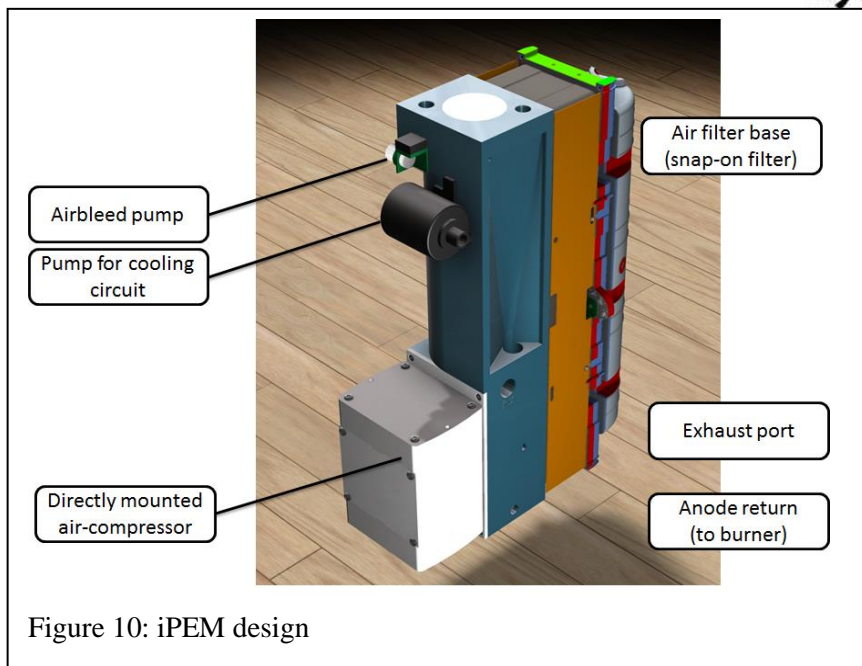


Figure 9: iPEM design



3.1.2 Specification of pilot production

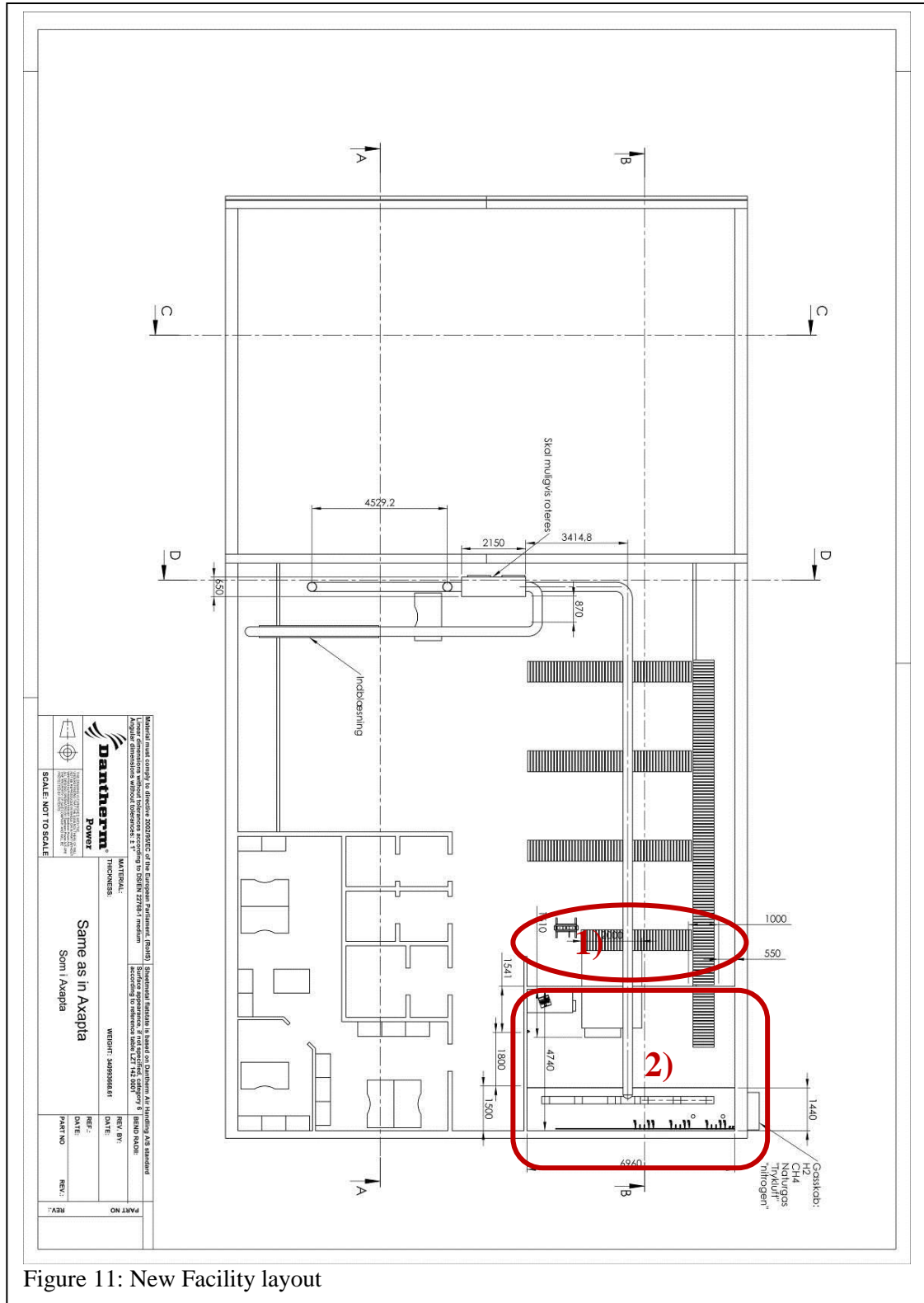


Figure 11: New Facility layout

I den nye produktionsafdeling er der sat en produktionslinje op til produktion af stakke.
(Figure 11: New Facility layout)

Der blev opført en bygning på 180 m² efter Dantherm Power og Cemtec analyserede behovet for lokaler til de special test, der er nødvendige i forbindelse med projektet. Dette behov kunne ikke være indenfor rammerne af det lejemål Dantherm Power havde med Cemtec.

Lokalerne blev planlagt indrettet, således der blev plads til de specielle testfaciliteter, der var nødvendige for projektets gennemførelse. Dette arbejde blev planlagt i samarbejde med lokale håndværkere og arkitekter/ingeniører og blev bygget i 2012.

Cemtec har deltaget i projektet med at finansiere og opføre bygningen. Efter opførelsen af bygningen med laboratorie faciliteterne overtog Dantherm Power arbejdet med at detail planlægge indretningen af bygningen, og selve installationen af testudstyret.

Den største udfordring ved produktion af stakke er at cellerne skal være fuldstændig lige i forhold til hinanden. Den mindste skævhed medfører utætheder i stakken der igen fører til væsentligt nedsat effektivitet. Efterfølgende skal sammenpresningen af cellerne være af en sådan grad at pakningerne presses sammen, uden at blive presset for meget sammen. Erfaringer fra Ballard viser at det kræver mellem 6 og 10 kN at presse en stak perfekt sammen. For at nå dette er der i pressen en indbygget vægtenhed. Når cellerne er presset sammen monteres de gevindstænger der skal holde stakken sammen, ved montage skal disse stænger spændes med 1,7 Nm.

Cellerne er den skrøbelige del ved samling af stakke, der kræves kontrolleret temperatur og fugtighed, at producere cellerne. Efter produktionen af celler hos Ballard i Canada, skal de sendes i lufttæt emballage til Dantherm Power i Hobro, for derefter at blive opbevaret i lufttæt emballage indtil de skal bruges. Herefter er det vigtigt de ikke udsættes for fugt og støv indtil de er monteret i stakken.

Meknikken rundt om stakken, kan genbruges fra brugt stak til ny stak, da deres levetid overgår membranernes væsentlig. Derved spares en stor udgift, i både fragt og materialer.

3.1.3 Specification of infrastructure for production

For at presse stakke sammen skal der bruges et presseværktøj til at tilpasse cellerne vertikalt. Da stakproduktionen i Canada er blevet automatiseret, og vi i dette projekt vil opstarte manuel pilot produktion havde vi håbet at kunne overtage nogle af Ballards gamle værktøjer. Det viste sig dog at det eksisterende værktøj i Ballard var forsvundet, og måtte konstrueres på ny. Ved hjælp af billeder og gamle tegninger var det muligt at få fremstillet en ny stakpresse. Dette presseværktøjs tegningsmateriale kan ses på Figure 12: 3d billede af presseværktøjet) Produktionstegninger på 0 Bilag 3: drawings of the press tool

Derudover skal bruges Proton Exchange Membraner som bliver sendt fra Ballard i Canada, da disse kræver under fremstilling 44 % relativ luftfugtighed, og en konstant temperatur på 22 °C.

Mellem membranerne skal bruges bipolære plader med spor til henholdsvis brint på den ene side, og almindelig atmosfærisk luft på den anden side. Disse sendes også fra Ballard, og kan genbruges fra udtjente stakke, hvis ikke pakningerne fejler noget.

Det omkringliggende mekanik så som Endeplader og fjedre, fittings og endebeslag kan med fordel produceres i Danmark.

Fjedre skal bruges til montagen for at sikre en ensartet belastning på tætningsringen rundt om de bipolare plader.

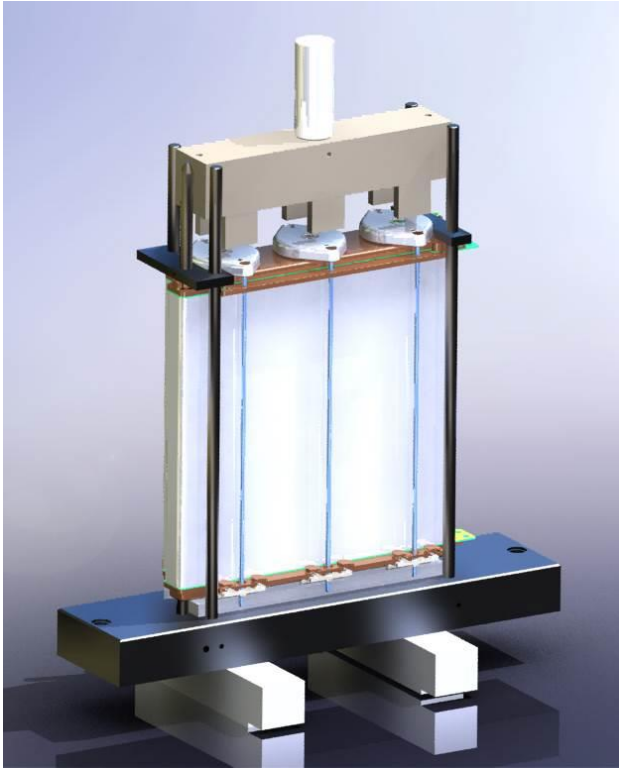


Figure 12: 3d billede af presseværktøjet

3.1.4 Design of stack with valvblock

1020 stakken skal bruge en ventilblok. Anlæggene kan styres af både en mekanisk og en automatisk ventilblok, den mekaniske regulerer trykket ned fra 5-7,5 bar[G] ved hjælp af en reguleringsventil, denne er der udviklet en specifikation som er præsenteret på Bilag 2: 2 kW ventilblok Mekanisk.

En tilsvarende automatisk ventilblok, reguleret med en proportional ventil, der assisteres af to tryktransmittere. Denne er specificeret Bilag 1: 5 kW ventilblok automatisk. Den helt store fordel ved at benytte en proportional ventil, er at muligheden for at detektere utætheder, hvis indstillingsprocenten afviger væsentligt fra den systemet normalt kører med.

3.2 Business Plan

Denne del af den afsluttende rapport omhandler kun backup power. Der blev lavet en hel del arbejde i starten af projektet omhandlende μ CHP 1300 stakken fra Ballard. Ballard A/S ønsker dog ikke at offentliggøre noget af dette arbejde, da der stadig arbejdes på stakken og den endnu ikke er frigivet til markedet. Det er også væsentlig mere relevant for den resterende del af projektet at få defineret markedskrav/størrelse på 1020 applikationen – da det er den stak der arbejdes videre med i projektet og vi opstarter pilotproduktion af.

3.2.1 Defining market requirements for iPEMStack

Dette afsnit beskriver de væsentligste områder som kunderne lægger vægt på når de tager en beslutning om de vil implementere Backup Power systemer baseret på brændselscelle teknologi eller om de vælger en af de traditionelle løsninger batterier eller dieselgeneratorer. Der er selvfølgelig flere parametre kunden kigger på i forbindelse med købsbeslutningen såsom producentens referencer, produktets dokumenterede pålidelighed osv. Det er dog ikke parametre der kan skrives ind i et skema – men områder der kontinuerligt arbejdes på.

Markedets krav er skrevet op i nedenstående skema og stammer både fra kommunikation taget direkte i forbindelse med dette projekt, men i lige så høj grad fra vore sælgeres daglige kommunikation med potentielle og nuværende kunder og den feedback vore servicefolk får fra de produkter vi allerede har i marken. Der er en del overlap med de mere tekniske krav beskrevet i afsnit 3.1.1.2

Et enkelt af vores helt store salgsargumenter vil dog blive indledningsvist beskrevet. Dette salgsargument omhandler kommunikation og det at man ved brug af brændselscelle backup kontinuerligt kan monitorere hvor meget backup man har til rådighed – ligesom systemerne kan testes når kunden ønsker det.

Dette kan gøres online ved hjælp af kundens nuværende kommunikations moduler – der typisk er CANBUS eller TCP/IP baseret. SNMP kommunikation bliver mere og mere benyttet blandt vore kunder og det er planlagt (i FC2Scale projektet) at implementere denne protokol i vores fremtidige systemer.

| BALLARD® | | |
|---|--|--|
| Sub - Segment | Infrequent use BuP Delivered fuel (NA, SA, EU, Asia, Africa, Oceania) | |
| Example Customer | Network suppliers, Operators | |
| Addressable market | Telecom, UPS | |
| Business Overview | | |
| Proposition | TBD | |
| Current Source of Power | Batteries, diesel gensets | |
| FIT's | NA for backup power | |
| Required Delta between H2 cost vs. Electricity Rate | NA for backup power | |
| Government Subsidies | TBD | |
| Launch Timeline | Q3 2015 | |
| Service (support duration) | 10 years beyond product supply | |
| Service (fault response time) | TBD | |
| Customer Needs | | |
| Economics | | |
| Volume (# units per year) | TBD | |
| System Capital Price (USD) at Low Range | \$1600 / kW Net | |
| System Capital Price (USD) at High Range | \$ 2000 / kW Net | |
| Target Payback (yrs) | 3 to 4 | |
| Operational and Maintenance Price (USD) | TBD | |
| Primary Functional Requirements | | |
| System Rated Power (kW) | 2.5 to 5 kW Scalable with parallel option | |
| System Min Power (kW) | 0.3 kW | |
| System Peak Power (kW) | 5 kW | |
| Energy Storage (kWh) | TBD | |

| | | |
|--|--|--|
| Valve block (energy storage) | 3 fuel strings | |
| Time between Refuelling (hrs) | Infrequent: - once or twice/year dependent on storage capacity and usage | |
| Refuelling Time (sec) | TBD | |
| Battery free option | UltraCaps | |
| Degree of Hybridization | Batteries: VRLA & Li-ion, solar, wind | |
| Siting / Siteability | Indoors and Outdoors | |
| Dynamic Response to Load Profile | Accommodate current spikes due to air-conditioner start-up | |
| Start-up time to: 25%, 50%, 75%, 100% Rated Power | Uninterruptible | |
| Fuel Source | Hydrogen | |
| Fuel Characteristic | Hydrogen (Grade 3.5) | |
| Electrical Efficiency (LHV, BoL) | > 45% (Hydrogen) > 25% (MeOH reformer - look better than a diesel genset) | |
| Design for air ducting | Indoor installation | |
| Auxilliary Boiler | NA for backup power | |
| Heat Recovery | Not Required for backup power | |
| Deployment Characteristics | | |
| Operating Hrs / Year | <150 | |
| Operating Hrs / Life | 1500 hrs | |
| System Reserve Time @ x kW (hrs) | 8 to 72 | |
| System Calendar Life (years) | 10 | |
| System Shelf Life (years) | 2 | |
| System Operating Cycles | 500 | |
| #S/S per day | TBD | |
| Hrs/day | 24 | |
| Target System Availability | 99,95 | |
| Scheduled Maintenance - Down Time | No Major Overhauls | |
| MTB Service | TBD | |
| MTBF | TBD | |
| Reliability | B10 | |
| Warranty Expectation (Time Based) | 2 years | |
| Maintenance (visits/duration/ per year) | max 1 visit per year | |
| Backwards Compatibility to Product Advancement | TBD | |
| Customer Interface | SNMP V2c & V3, TFTP, Web browser, LED panel | |
| Alarms | SNMP traps, Dry contacts | |
| Remote Diagnostic Capability | Required | |
| Remote Telemetry Capability | Required | |

| | | |
|---|---|--|
| Voltage and Current Range | +24 or +/-48 voltage range Voltage ripple < 100mVpp @ 30MHz | |
| Load Profile (graphical representation) | TBD | |
| Environmental Characteristics | | |
| System Certification | ANSI FC1: 2012 (UL, CSA) IEC/EN 62282-3-100 (KIWA) | |
| Recyclability | TBD | |
| Ambient Operating T° (without derate) | -20 to +46 C | |
| Ambient Operating T° (cold version) | -40 to +40 C | |
| # of Freeze Thaw Cycles | TBD | |
| Freeze Thaw T° | TBD | |
| Emissions Requirement (NOx, CO, THC) | TBD | |
| Air Quality (NOx, SOx, Paticulates) | TBD | |
| Abuse Factors (e.g. bullet proof, snow depth, wind) | TBD | |
| Noise | < 50 dBA at 1 meter at 5 kW | |
| Product Water Emissions / Product Output Emissions | TBD | |
| Effluent requirements | TBD | |
| Product Dimensions | | |
| Length (mm) | 19" Rack mountable | |
| Width (mm) | 2 x 5 kW EGH2 units in a rack | |
| Height (mm) | (LxWxH): 600 x 450 x 1600 | |
| Weight (kg) | < 64 (+controller) | |
| Service Area | TBD | |

3.2.2 Market study, quantify market for iPEMStack

Der er ikke nogen "kunder" der er indlysende at etablere samarbejde med mht. rent salg af en dansk produceret 1020 stak. Ballard sælger allerede 1020 stakken i Europa og Dantherm Power er pt. langt den største kunde.

De aktører der allerede nu opererer indenfor branchen har brugt meget tid og mange penge på at integrere den stak de opererer med i deres produkter – og er derfor ikke nemme at overtale til at skifte stak teknologi. Derfor vil et egentligt salg af stakke enten skulle foregå til en aktør der har opgivet at komme videre med sin nuværende stak og derfor er aktivt søgende efter en ny leverandør eller alternativt til en ny aktør i branchen. Ballard er en af de førende stak leverandører på verdensplan, og de vil utvivlsomt blive kontaktet hvis en sådan situation opstår.

Der skal noget masse på før det vil kunne betale sig at etablere en automatiseret produktion af stakke i Danmark – enten til eget forbrug eller til direkte salg. En masse vi ikke forventer at opnå indenfor de nærmeste par år.

Opnås der succes i FC2Scale projektet (hvilket alt tyder på) hvor intentionen er at kunne producere nøjagtig den størrelse stak som kunden har brug for (så han ikke betaler for overkapacitet han ikke har brug for) vil en egenproduktion af skalerbare stakke vil blive opstartet – dog i starten sandsynligvis som manuel produktion.

Ikke desto mindre vil brug af de værktøjer der udvikles i dette projekt have stor værdi for Dantherm power. Dette primært i forbindelse servicering, fejlfinding og reparation af stakke der kommer ind fra marken.

For mere detaljeret information omkring forventningerne til det fremtidige marked for stakke til egen forbrug henvises til markedsbeskrivelsen fra FC2Scale ansøgningen (Bilag 11) der er det mest opdaterede materiale der er til rådighed. Denne opdaterede viden er bl.a. fremkommet via dette projekt.

WP3 Prototype development

For at få iPEMstack fra koncept til et reelt produkt, den integrerede blok vil blive udviklet ud fra de concept tegninger der blev genereret fra WP1, Den første testversion af iPEMStack vil blive samlet og testet.

3.2.3 Development of fuel cell stack

Baseret på en eksisterende stak, er der lavet modifikationer som muliggør integration af ventilblokken.



Figure 13: 1300 stak prototype

Den første prototype af typen 1300 er samlet, men efterfølgende projektforløb overgår til 1020 stakken på grund af alvorlige forsinkelser i udviklingen af 1300 stakken hos Ballard i Canada.

For at føre projektet videre og ikke tabe værdifuld viden inden for produktion af stakke, blev det besluttet at fortsætte projektet med 1020 stakken, som er luftkølet, men indeholder samme princip i produktionsmetode, da den vandkølede del af 1300 stakken er tilbehør der monteres senere.

Denne ændring af projektet gør en del af dette projekt til en slags forprojekt til EUDP j. nr. 64012-0114 FC2scale, hvor der skal bruges brændselsceller i forskellige størrelser. Derfor er visse dele af FC2Scale nødvendigt at fremhæve i denne del. Der er lavet en undersøgelse over hvilke anlægstørrelser der er behov for, og dermed også hvilke størrelser prototyperne skal have. Disse er som følger.

5000 W system

I 5000 watt konfiguration skal der bruges to 66 celledes stakke sammen med seks DCDC konvertere.

Hovedtræk på konfigurationen

- Maksimum effekt der kan trækkes fra systemet ved 40 °C: 5500 W
- Maksimum DCDC input per stak: 70A (software begrænset)

3200 W system

I 3200 watt konfigurationen skal bruges to 46 celledes stakke og der skal bruges i alt fire DCDC konvertere.

Hovedtræk på konfigurationen

- Maksimum effekt der kan trækkes fra systemet ved 40 °C: 3900 W
- Maksimum DCDC input per stak: 70A (Hardware begrænset)

2500 W system

I 2500 watt konfigurationen skal bruges en 66 celledes stak i en kombination med tre DCDC konvertere

Hovedtræk på konfigurationen

- Maksimum effekt der kan trækkes fra systemet ved 40 °C: 2900W
- Maksimum DCDC input per stack: 70A (software begrænset)

1600 W system

I 1600 watt systemet skal der bruges en 46 celledes stak i kombination med to DCDC konvertere.

Hovedtræk i konfigurationen

- Maksimum effekt der kan trækkes fra systemet ved 40 °C: 1700 W
- Maksimum DCDC input per stack: 70A (software begrænset)

1000 W system

I 1000 watt systemet skal bruges en 34 celledes stak, og denne skal kombineres med to DCDC konvertere.

I 1020 stakkene er det endnu ikke muligt at integrere ventilblokken.

3.2.4 Development of valve blocks

I henhold til specifikationerne er ventilblokke fremstillet både som mekanisk og automatisk, der er i begge typer tre indgangsstrengte for at have en større leveringssikkerhed af brint til stakken.

For at minimere produktionsomkostninger er basen på begge ventiler den samme. De tre indgangsventiler har i henhold til sikkerhedsgennemgangen behov for en ekstra sikkerhedsventil. I den automatiske er sikkerhedsventilen repræsenteret i form af proportional ventil, som kan lukke af, ved en fejl på indgangsventilerne. I den manuelle udgave, var det nødvendigt at placere endnu en magnetventil.

I den automatiske bliver proportionalventilen styret af to tryktransmittere, som regulerer trykket ind til det optimale driftstryk. Disse er samtidig er i stand til at levere et purge tryk og flow som er højt nok til at øge levetiden på membranerne. Disse tryktransmitters huller er i den manuelle erstattet af forzinkede messingfittings.

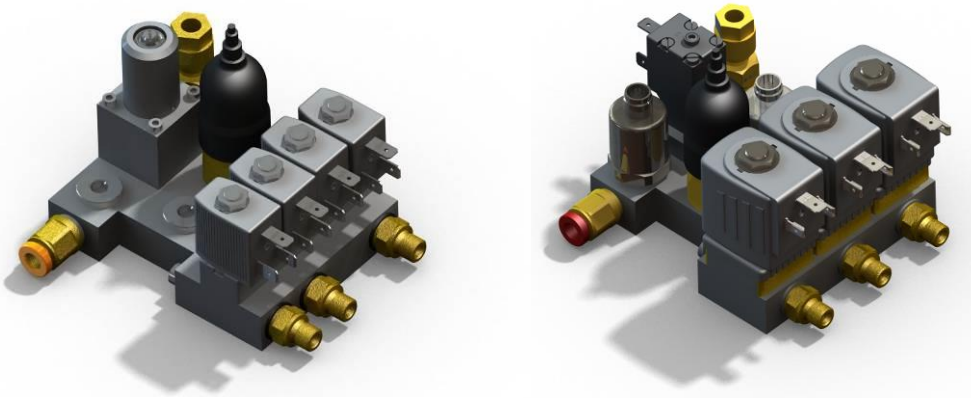
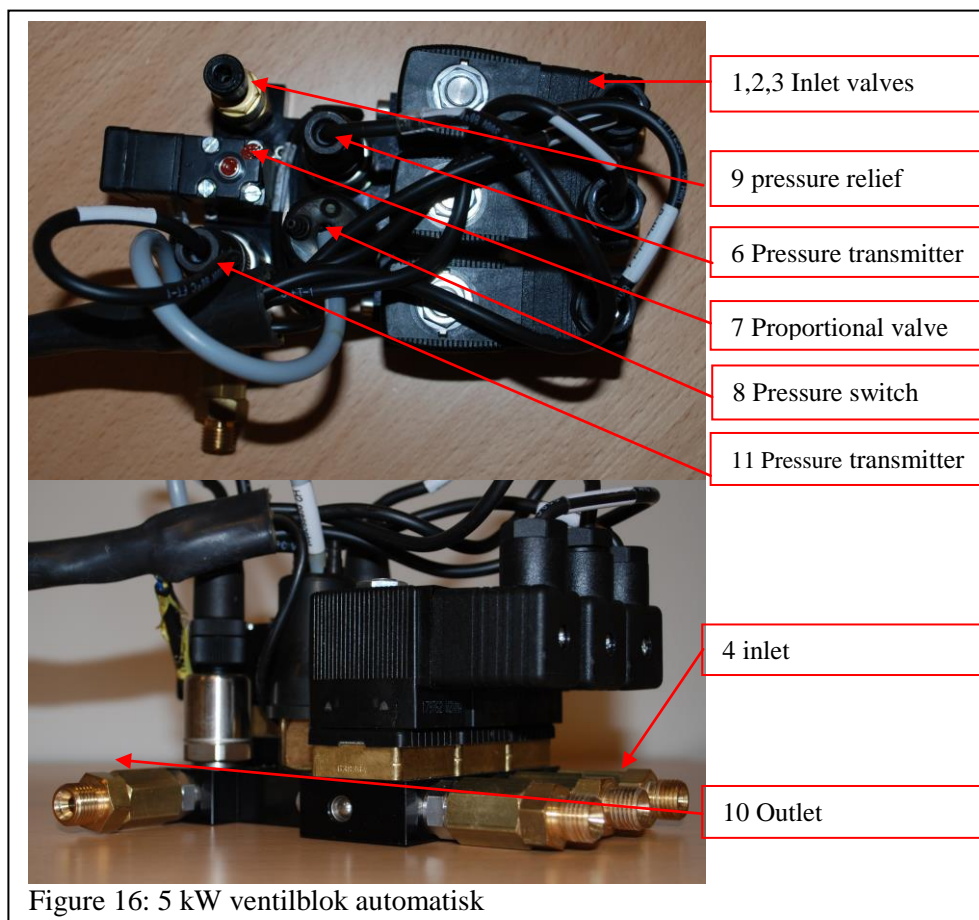
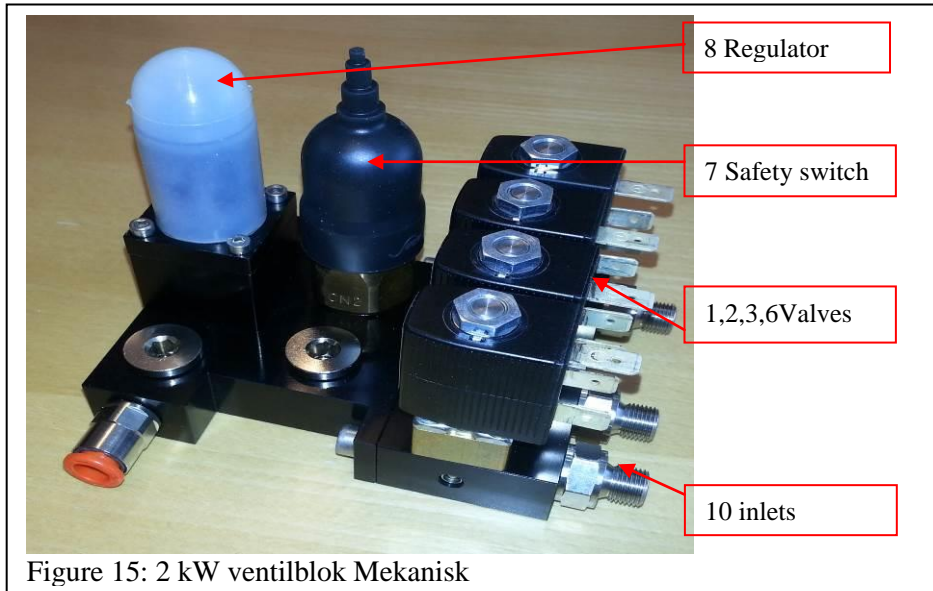


Figure 14: 3d modeller af ventilblokke

3.2.5 Making prototype

Der er af ventilblokkene fremstillet prototyper.
Den mekaniske er illustreret i Figure 15: 2 kW ventilblok Mekanisk og den automatiske er illustreret Figure 16: 5 kW ventilblok automatisk



Nummeringen er foretaget i henhold til proces diagrammerne i bilag 0 og 0

3.2.6 Test of prototype for functionality

Prototyperne er testet i den automatiske ventilbloktester i testlaboratoriet. Begge prototyper gik fint igennem testen. Testresultaterne for den automatiske ventilblok kan ses i Bilag 4: Test resultater ventilblok automatisk.

Testen deler ventilblokken op i en høj- og lavtrykside (Pressure Validation (stage 1)); på henholdsvis 5 bar(g) og 0,5 bar(g). Disse 2 sider undersøges først og fremmest for åbenlyse lækager, da en lækage kan have indflydelse for den videre tests resultater.

Efter test af lækage, funktionstestes de tre indgangsventiler (H2 valves check) for at sikre hvert kabel er forbundet til den rigtige ventil.

Trykswitchen skal derefter testes (Pressure Validation (stage 2)) om den giver signal ved det rigtige tryk.

Til testen benyttes formier gas, således kan grundig lækagetest udføres på lavtryksiden da hydrogen har en fremragende diffusionsevne. Hele lavtryks siden bliver isoleret af ventiler og trykket aflæses, efter 10 minutter aflæses trykket igen og sammenholdes med den første aflæsning.

3.3 System application

For at kunne sikre ensartet kvalitet i de færdige produkter til backup systemet, er det vigtigt at stakken og stakkens omgivende komponenter er af høj kvalitet, og at alle de individuelle subsystemer er grundigt testet.

3.3.1 Build system in lab for test of iPEMStack

Ved montering af en stak i et system får man en god indikator for at stakken kan levere den rette mængde strøm i et givet tidsrum. Dog er der mange ulemper ved en sådan metode. Tilgangen til en stak er ret omfattende når systemet er først er samlet, hvorfor en grundig test af stakken inden montage vil være en betydelig fordel. Ikke mindst på lækageområdet, men også med hensyn til performance. Derudover vil der være fordele med hensyn til levetiden ved at fylde systemet med en inert gas inden afslutningen af testfrekvensen.

For at få den bedste test af stakken, blev en staktester udviklet (Figure 17: staktester). Denne test skal danne kvalitetsgrundlaget for stakproduktionen. Selve programmet består af en hovedsekvens, som starter forskellige undersekvenser.

Den starter med at teste sin egen opsætning, hvorefter den tester stakken, hvis stakken i første omgang ikke lever op til kravene for levering af strøm, prøver den at konditionere stakken så den hurtigere kan opnå den givne udgangseffekt.

Selve stakken kommer i foroven (pos 5), og på øverste hylde indeni er gashåndteringen (pos 4), og elektronik er i den nederste del af teststanden (pos 1, 2 og 3).

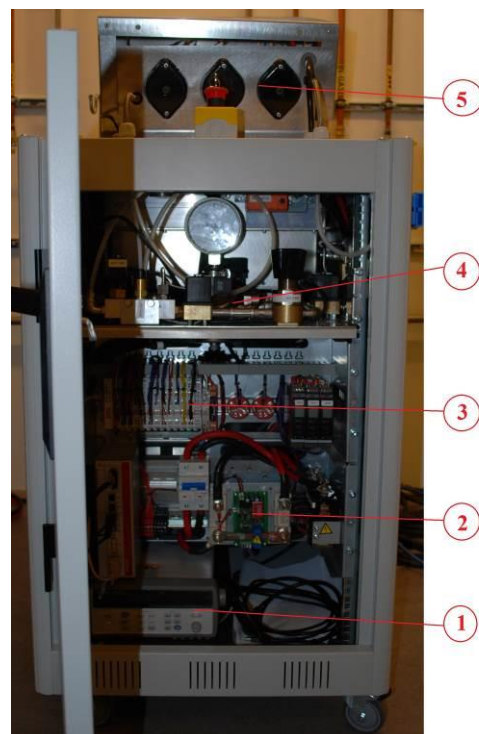


Figure 17: staktester

Prototypen som blev produceret i iPEMStack levede op til specifikationerne med hensyn til tæthed, effektudgang og temperatur, som det fremgår af graferne i 0 Bilag 8: Stack prototype test data, skal stakken indkøres et par timer for derefter at blive bedre end en stak som har haft 3-4 ugers drift tid allerede.

Udslagene på graferne illustrerer en "current pulse", en kortslutning af stakkene til at øge performance, den høje strøm der trækkes fra stakken, medfører at ikke nok ilt passerer igennem membranen, derved fjerner metoden urenheder fra katoden. På den anden side er der rigeligt tryk på til at anoden ikke får for lidt brint.

3.3.2 Test of iPEMStack system in lab

For at teste systemer med PEM stakke er udviklet et system specielt til test af systemer.

Selve systemet er delt op i forskellige racks. På Figure 18: Main Test rack ses rygraden i testsystemerne, her er strømforsyninger og computeren placeret. For at kunne teste alle de forskellige stakstørrelser skal den levere en elektrisk last på 5000 watt (pos 1), for at teste om styringen og DC-DCerne kan håndtere de største størrelser, skal anlægget ligeledes kunne levere en strøm på over 5000 watt, siden ingen stakke kommer over 66 celler er der behov for to strømforsyninger til et minimum på 2500 watt (pos 2), den sidste strømforsyning er en på 1000 watt (pos 3) til at levere brugsstrøm til anlægget.

Monteret i midten af rakkert er en touch screen (pos 4) til eksekvering af testsekvenser på computeren (pos 5), med adgang via netværk, bagpå er placeret relæer og hovedafbryder (ej illustreret).

Selve systemerne skal testes i satellit-racks (se Figure 19: Satellit-test rack) som fungerer som en base for de separate styringskomponenter (pos 1) og gas håndtering (pos 3). Testobjektet (pos 2) er placeret midtpå for god arbejdshøjde.

Gashåndteringen (pos 3) er delt op i 2 (Figure 20: gas håndtering) pos 1 er nitrogensiden, hvor pos 6 er hydrogenside.

En flowmåler er sat in for at tjekke systemets læk rate (pos 3), kravene for lækage er under $0,2 \text{ scm}^3\text{pm} \cdot \text{cell}$, hvorfor der er sat en flowmåler der har et måleområde fra $0,0004\text{-}20 \text{ ncm}^3\text{pm}$, med max 66 celler pr stak, giver det en max læk rate på $13,2 \text{ cm}^3\text{pm}$.

For brugervenligheden har hvert satellitanlæg monteret manometre i fronten, så trykniveauet kan følges manuelt på ethvert tidspunkt.

Anlæggene har alle trykregulatorer på hydrogensiden tilsvarende industrielle systemer (pos5).

Der er udviklet endnu et satellit-rack til iPEM projektet, et mere fleksibelt system, med kapacitet op til en udgangseffekt på 7200 watt udgang.

Dette system, illustreret på Figure 21, system tester 7200 watt Racket til venstre (1) tester brændselsceller op til en total udgangskapacitet på 7200 watt, racket et højre (2) tester alle brændselscellens omgivende elektroniske styringskomponenter. I pos 3 er et gas system opbygget som illustreret på Figure 20: gas håndtering. Pos 4 er et mere simpelt gassystem, til at håndtere kompresset luft. Pos 5 er til placering af de anlæg der skal testes, i luften pos 5, er den bygget op uden stakke, så den kan teste med luft, så brændselscellerne ikke yder for megen modstand for luften. Pos 6 er den elektroniske styring og sikkerhedskredsen (se 0 Bilag 9: Elektrisk diagram)



Figure 18: Main Test rack

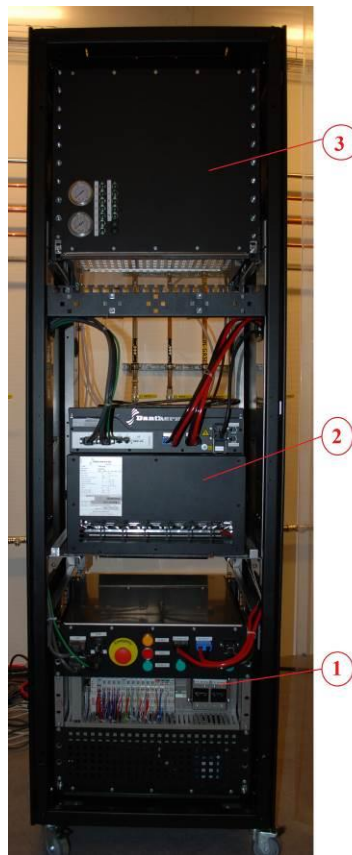


Figure 19: Satellit-test rack 1

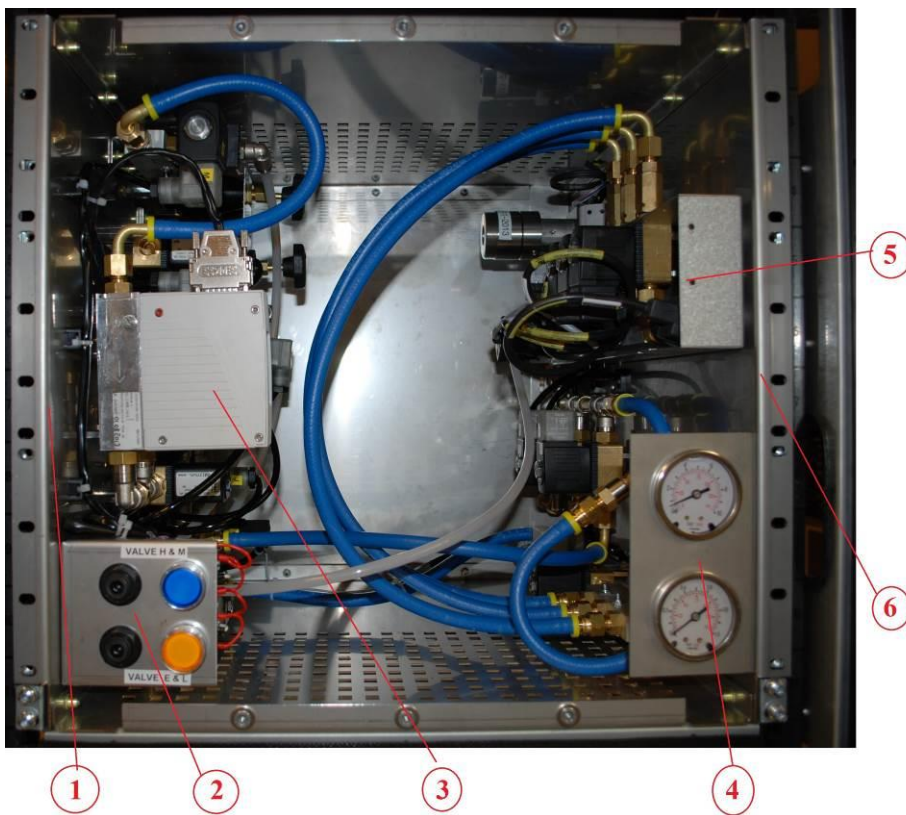


Figure 20: gas håndtering

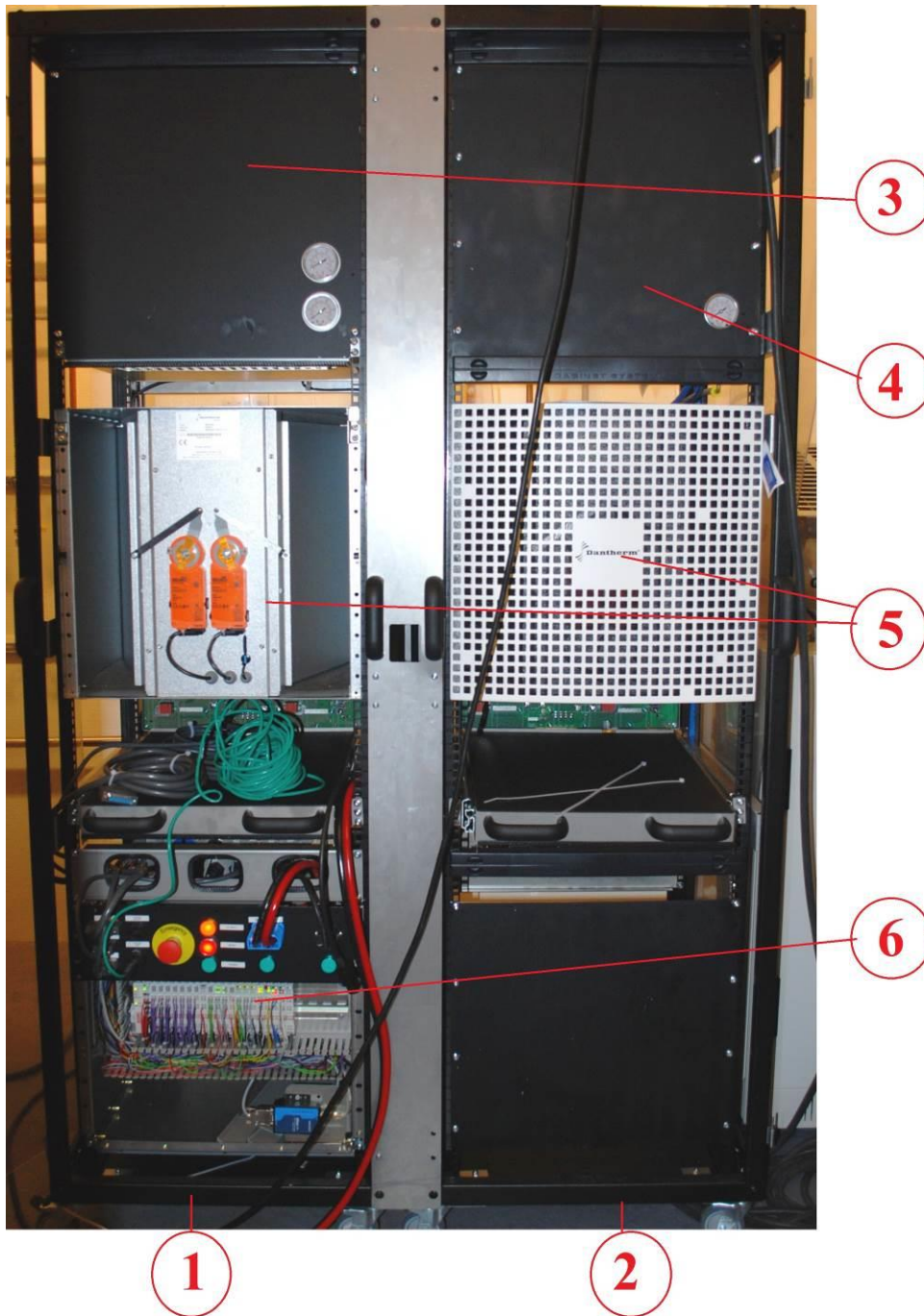


Figure 21, system tester 7200 watt

3.4 Pilot production

Placering af de nye testfaciliteter er illustreret som 2 i Figure 11: New Facility layout. Testkabinerne (se Figure 22: testfaciliteter) har en udskiftning af luften ca. 10 gange, derved opnår kabinerne til gardinerne en ATEX kvalificering som zone 2. Der er gasdetektorer i udsugningsrørene og CO alarmer i rummet. Der er i kabinerne monteret to balancerede aftræk, så μ CHP også kan testes i testcenteret.



Figure 22: testfaciliteter

Der er fem gallerier med gastilslutninger, og i hver galleri er der fem gastyper;
Inerte gasser: Trykluft og Nitrogen.
Kommercielle gasser: CH₄ & Naturgas, fra Hobros forsyning.
Derudover: Hydrogen i minimum kvalitet 99,95

For hver gastype i hvert galleri er der udtag som er illustreret i 0

Bilag 10: Gasudtag på væggen.

Et rør er placeret nederst for at kunne udlede purge på en forsvarlig måde, røret ender ude på taget i et T for at sikre at det ikke regner ned i røret.

For at få plads til dette testcenter var det nødvendigt at udvide (se pos 3 Figure 11: New Facility layout) til lageret, og derefter flytte inventaret rundt.

Ventilatoren til testkabinen kan dimensioneres på to måder, den ene er ved et ønsket flow på 0,3 m/s ved gulvet af gardinet, og ved et ønske om at udskifte kabinens rumfang mindst 10 gange i timen. Den største dimension er den dimensionsgivende.
For at få en hastighed på 0,3 m/s er det nødvendigt at bruge 972 m³/h og for at udskifte luften i kabinen skal bruges 189 m³/h, med en overdimensionering på 1,5, er valgt en ventilator på 1400 m³/h.

3.4.1 Develop pilot production line

I denne Task bliver der etableret en produktionslinje til produktion af serie 00 produkter. Pilot produktions udstyr bliver indkøbt, og sat op til en manuel produktion af PEM brændselsceller.

For at samle stakke skal pressen (0 Bilag 3: drawings of the press tool) kunne klare kravene for sammenpresning – disse er $8,0 \pm 2$ kN eller mellem ca. 600 og 1000 kg.

Derudover skal en hydraulisk presse bruges med en vægtindikator (se Figure 23: hydraulisk presse).

Specielle skruer, som holder stakkene sammen efter sammentrykningen, er fremstillet i Dantherm Powers workshop. disse skruer skal monteres med 1,7 Nm efter den er trykket sammen med de ovennævnte belastninger.



Figure 23: hydraulisk presse

3.4.2 Transfer of vital parts from Canada

Af kritiske komponenter fra Canada er membranerne. Disse er valgt som en underkomponent fra Canada, da der er strenge krav til omgivelserne de produceres i (bl.a. en temperatur 22 °C og en luftfugtighed på 44 %). Disse krav vil være rigtig dyre at leve op til i Hobro – og man vil desuden kun opnå en meget lille besparelse. Efter produktionen skal disse membraner blot forsegles og derefter er omgivelsernes tilstand dem underordnede.

Bipolare plader er ligeledes valgt som en komponent vi ikke vil producere selv.

3.4.3 Building pilot production line

Linjen til produktion af stakke placering er illustreret på Figure 11: New Facility layout felt 1). Man starter med at tilpasse membraner og bipolare plader efter rette stænger der holder dem på linje. (se 0 pos. 2 på tegning 600198.001 og Figure 24: Pilot production line)

Når plader og membraner er sat på linje, skal de over i pressen og presses sammen.

Efter presningen af stakken spændes skruerne med 1,7 Nm med en specialskruetrækker, og temperatur sensor monteres ca. midt i stakken.

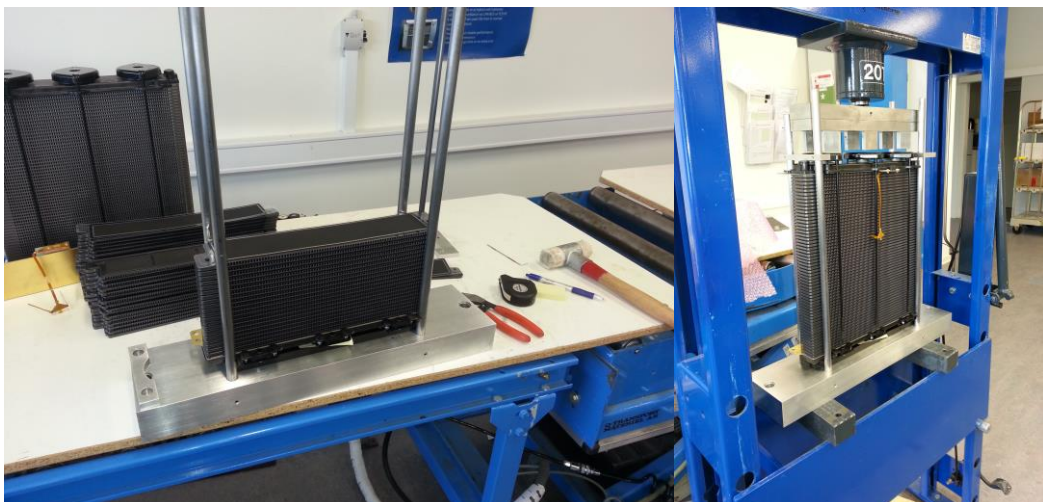


Figure 24: Pilot production line

3.4.4 Test of pilot production line

Testen af pilot produktionen frembragte en stak på 66 celler der fungerede som den skulle (se 3.2.6 Test of prototype for functionality)

3.4.5 Producing series 00 products for system test

I iPEM projektet er produceret 5 stakke i forskellige størrelser.

Størrelserne er valgt ud fra hvilke stakstørrelser der skal bruges i FC2Scale projektet. På Figure 25: serie 00 ses de forskellige størrelser der er som følger

Pos 1: 66 celler til 5000 w og 2600 w

Pos 2: 56 celler til 1700 w

Pos 3: 46 celler til 1600 w og 2300 w

Pos 4: 34 celler til 1000 w

Den dybdegående test af serie 00 vil følge EUDP j. nr. 64012-0114 - FC2Scale projektet.

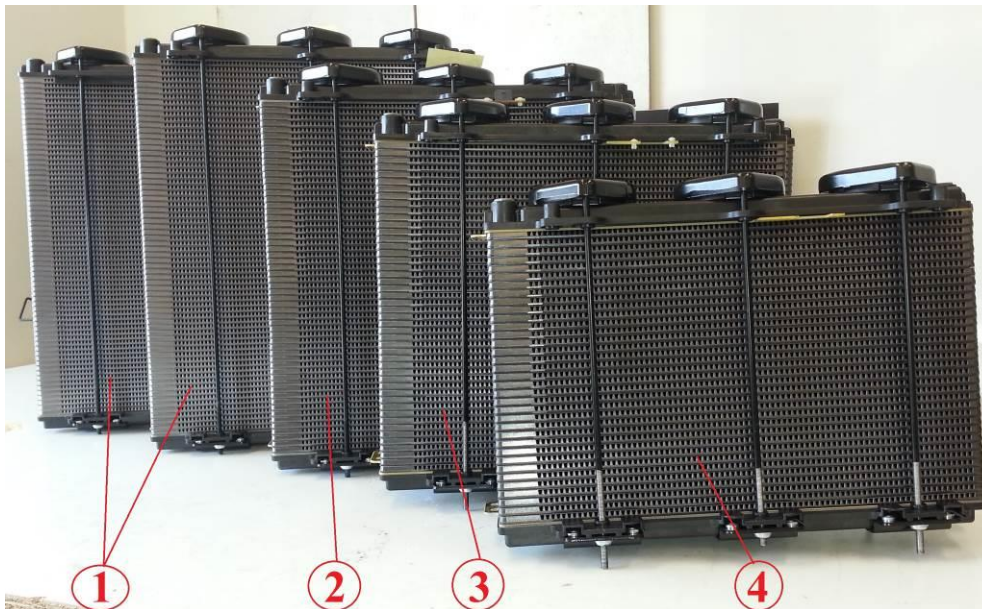


Figure 25: serie 00

3.5 Reporting and dissemination

Projektet er blevet præsenteret på DTU-International Energy Conference 10.-12. september 2013.

Herudover har Cemtec har i hele projektperioden arbejdet med at synliggøre de nordjyske aktiviteter indenfor brint og brændselsceller, der har arbejdstitlen Fuell Cell Cluster North.

Dette er en Nordjysk klynge indenfor grøn energiteknologi. Projektet iPEMstack er en væsentlig aktivitet indenfor dette arbejde.

Cemtec har løbende i projekt perioden præsenteret projektet og projektets resultater ved de lejligheder, der har været for Cemtec til at præsentere det ved møder og konferencer.

Projektet har været en væsentlig del af det faglige indhold i klyngens arbejde, når Cemtec er lykkedes med at få gjort klyngen til en central del af region Nordjyllands erhvervsfremmestrategi udformet af vækstforum.

Sammen med Dantherm Power blev der i foråret 2013 afholdt et weekends arrangement for at præsentere offentligheden for disse aktiviteter. Til at understøtte dette udsendte Cemtec et tillæg i Nordjyske med 50.000 modtagere.

Omkring offentliggørelse af resultaterne fra dette projekt har Cemtec arrangeret en konference med brancheforeningen Partnerskabet for brint og brændselsceller i Hobro den 3. april 2013 med mere end 100 deltagere. Her vil arbejdet i klyngen for brint- og brændselsceller i Nordjylland blive præsenteret.

4 Konklusion

Se s. 7 sammenfatning af resultater

Projektets 3 milepæle er alle blevet nået!

Milepælsoversigt

| | |
|----|--------------------------|
| M1 | Concept finished |
| M2 | Prototype ready |
| M3 | Pilot produktion running |

5 Bilag

Bilagene er vedhæftet i en separat ZIP komprimeret fil.

Bilag 1: 5 kW ventilblok automatisk

Bilag 2: 2 kW ventilblok Mekanisk

Bilag 3: drawings of the press tool

Bilag 4: Test resultater ventilblok automatisk

Bilag 5: Cell Tester Control Sequence

Bilag 6: Bilag 6_Cell tester IO_list

Bilag 7: P&ID Cell Tester.pdf

Bilag 8: Stack prototype test data

Bilag 9: Elektrisk diagram

Bilag 10: Gasudtag på væggen

Bilag 11: Part of FC2Scale application