

Slutrapport

Energimyndighetens titel på projektet – svenska
Biobaserat grafen för energilagring - demoanläggning

Energimyndighetens titel på projektet – engelska
Bio based graphene for energy storage – demo plant

Organisation
Bright Day Graphene AB
Kistagången 16
164 40 Kista

Namn på projektledare
Malin Alpsten

Namn på eventuella övriga projektdeltagare
Anna Carlsson

Nyckelord
Grafen, produktionsplats, uppskalning

Förord

Projektet är finansierat av Energimyndigheten och Bright Day Graphene AB.

Stort tack till alla som bidragit med information, kunskap och kontakter på de orter som vi utrett. Ett särskilt tack också till Sting Bioeconomy, BizMaker för ert support.

Innehållsförteckning

| | |
|--------------------|----|
| Sammanfattning | 4 |
| Summary | 4 |
| Inledning/bakgrund | 5 |
| Genomförande | 6 |
| Resultat | 6 |
| Diskussion | 6 |
| Publikationslista | 8 |
| Referenser, källor | 9 |
| Bilagor | 10 |

Sammanfattning

Projektets huvudresultat är valet av Ånge Kommun som den planerade platsen för uppskalningen av produktionen av biobaserat grafen från lignin. Projektet har också gjort en teknisk, ekonomisk och hållbarhetsmässig genomlysning av uppskalningsplanerna. Detta har givit mycket kunskap och resulterat i flera åtgärder, både i den tekniska processen och i det planerade uppskalningsprojektet. De rapporter och analyser som genomförts inom ramen för projektet är också oerhört viktiga i dialogen med potentiella finansiärer av uppskalningsprojektet.

Summary

The main result of the project is the choice of Ånge Municipality as the planned location for the scale-up of the production of bio-based graphene from lignin. The project has also reviewed the technical, financial and sustainability aspects of the scale-up plans. This has provided a lot of knowledge and resulted in several measures, both in the technical process and in the planned scale-up project. The reports and analyses carried out within the project are very important in the dialogue with potential investors for the upcoming scale-up project.

Inledning/bakgrund

Bright Day Graphene har patenterat en process för att producera grafenmaterial på ett nytt sätt, från biomassa.

Fördelarna med att använda skogsråvara i produktionen av grafen är flera. Det vanligaste sättet att producera grafen idag är från grafit, som sedan 2020 är på EUs lista över kritiska råvaror. EU importerar idag 90% av den grafit man använder för att bland annat producera batterier och merparten kommer från Kina. Att producera grafen för energilagring från en förnyelsebar resurs är därför ett sätt att öka oberoendet och resiliensen i det svenska och det europeiska energisystemet. Lignin, den del av biomassan som vi använder, finns i stort överflöd i Europa. En annan fördel med att använda lignin istället för grafit är förstås att lignin är en förnyelsebar råvara, till skillnad från grafit som är en ändlig resurs. Ytterligare en fördel med vår process är att den är mer kontrollerad än många andra sätt att producera grafen. Det gör att vi får en hög reproducerbarhet och en jämn kvalitet. Det grafenpulver som kommer från vår process har stora, tunna flagor, vilket är en fördel i framför allt i applikationer som nyttjar de elektriska egenskaperna hos grafenet.

Idag producerar vi vår reducerade grafenoxid i en prototyp av vår produktionsprocess i vårt labb i Kista. Vi kan producera mycket små mängder och kan i dagsläget inte leverera de provmängder som potentiella kunder efterfrågar. Vi behöver därför skala upp vår produktion och har i detta projekt undersökt möjligheterna för detta ur flera perspektiv, tekniskt, ekonomiskt, hållbarhetsmässigt samt geografiskt.

Vårt mål med materialet är att använda det som ledande additiv i batterier. Forskning på området visar att man genom att använda en liten mängd grafenmaterial kan öka prestandan hos batteriet. Som exempel visade Zhou et al 2021* att en preussisk blå katod för Na-jonbatterier hade ett mycket lägre motstånd när den dopas med reducerad grafenoxid (RGO) jämfört med carbon black Super P (7,1 Ω för RGO mot 116 Ω för Super P). Detta ger 8,5 % bättre initial reversibel kapacitet för den RGO-dopade elektroden, och det ökar till en förbättring på 37 % när laddningshastigheterna ökar (från 50 till 200 mA g⁻¹) vilket innebär att tillsats av grafen till en katod förbättrar laddningshastigheten på materialet också. Även cykelstabiliteten förbättrades nämnvärt. Su et al (2010)** jämförde användningen av 2 % grafen i en LiFePO₄-baserad katod med 20 % av ett carbon black och fann en ökning av specifik kapacitet med 7 %.

Bright Day Graphene har genomfört vissa initiala, positiva tester när det gäller användningen av vår biobaserade RGO i Na-jonbatterier.

Tillsammans med ett batteribolag har vi testat vårt material som ledande additiv i katoden och påvisat en ökad cykelstabilitet med minst 2,8 gånger (därefter var testet tvunget att avslutas på grund av tidsbrist, min ingen mattning i stabiliteten sågs då). Vi arbetar på att producera tillräckligt mycket material för att kunna genomföra fortsatta tester inom området.

Genomförande

Projektet har genomförts i följande fem arbetspaket: 1. Val av produktionsplats, 2. Lokalanpassning, 3. Teknoekonomisk analys, 4. Hållbarhetsanalys, 5. Investeringskalkyl. Samtliga arbetspaket har genomförts av Bright Day Graphene, men med support av konsulter från RISE och Afry. Val av produktionsplats utgjorde den första delen av projektet, då den är grunden för de andra delarna. De övriga arbetspaketen har genomförts parallellt. Arbetspaket 2, Lokalanpassningen, har tyvärr inte kunnat slutföras, då det slutgiltiga valet av lokal inte har kunnat genomföras på grund av finansieringsutmaningar.

Resultat

Projektet har varit framgångsrikt i sitt arbete och efter 6 månader hade det första arbetspaketet, val av produktionsplats, genomförts. Projektet kom fram till rekommendationen att Ånge kommun var en mycket lämplig plats för att skala produktionen. Den del av projektet som handlade om lokalanpassning har tyvärr inte kunnat slutföras. De övriga leveranserna i projektet, en teknoekonomisk analys, en hållbarhetsanalys samt en investeringskalkyl har genomförts.

Diskussion

En förutsättning för arbetspaketet Val av produktionsplats var att denna skulle vara i Sverige. Efter en genomgång av en längre lista över möjliga platser valdes Kristinehamn, Västerås och Ånge som de platser som skulle ingå i analysen. Alla dessa har fördelar av något slag. Kring Kristinehamn skapas ett bioekonomiskt centrum som lockar skogsrelaterade verksamheter från hela världen med sin närhet till skogsråvara och sina goda kommunikationer, Västerås har ambitionen på att skapa ett industriellt nav kring batterier och Ånge vill vara en nod för grön industri. Efter att ha skärskådad de olika alternativen noga valde projektet att rekommendera Ånge som den mest lämpliga platsen för produktion av biobaserat grafen. Detta val har flera skäl. En av de mest avgörande faktorerna har varit tillgången till både grön el och grön vätgas i området. Ånge kommun planerar också för ett industriområde med en ”green

industrial symbiosis” där de ingående företagen samarbetar för att minska sitt miljömässiga avtryck. Det handlar om att använda varandras restströmmar, samarbeta kring logistik och resurser samt bygga gemensam kompetens. Det är ett koncept som tilltalar ett bolag som vårt där ett nollavtryck på jorden genom hela materialets livslängd är en viktig målsättning och hållbarhet en grundläggande värdering som vi har. Vidare finns det i Ånge en närhet till både leverantörer av vår råvara och potentiella kunder inom batterimarknaden. Den svagaste länken i Ånge är tillgången på kompetens. Ånge kommun har dock planer på nystartade utbildningar riktade för att tillgodose det växande behovet av processoperatörer och batteritekniker.

Den del av projektet som handlade om lokalanpassning har, som tidigare nämnts, inte kunnat genomföras då val av lokal måste göras innan konkreta ritningar och planer för anpassning kan göras. Så här i efterhand kan konstateras att det var ett feltänk att ta med detta arbetspaket i scopet för projektet, då det egentligen är något som passar bättre i nästa fas, det vill säga genomförandeprojektet. När finansieringen av den delen är klar kan kontrakt för en specifik lokal signeras och ritningar och planer slutföras. Viss del av detta arbetspaket har dock gjorts. En generell lista över lokalanpassningar och andra lokalrelaterade aktiviteter har tagits fram och en övergripande skiss av layouten för utrustningen i den lokal vi helst skulle vilja ha, har tagits fram.

Den teknoekonomiska analysen har tagits fram i samarbete med RISE Processum och det var en mycket intressant övning. Vi har gjort många resor till Ånge med omnejd och pratat med kommunen, potentiella samarbetspartners, leverantörer och kunder. Men vi har också gjort generella analyser av värdekedja, marknad och teknik. Vi har fått bekräftat en hel del som vi redan visste, men också fått en del nya insikter. Resultatet av detta arbetspaket har redan resulterat i åtgärder, både när det gäller vår teknik, och när det gäller vårt planerade uppskalningsprojekt.

Eftersom Bright Day Graphene är ett värderingsstyrkt bolag där en viktig grundpelare är miljömässigt hållbara produkter är detta något vi har ständigt närvarande i utvecklingen av vår teknik. I detta projekt har vi ändå valt att genomföra en hållbarhetsanalys och noga genomlysa hållbarheten i vår process. De saker som kom upp är sådant som vi redan varit medvetna om, men som tydligare kommer upp på åtgärdsagendan i och med denna genomlysning. Flera av dessa saker kom även upp i den teknoekonomiska analysen eftersom den miljömässiga hållbarheten och den ekonomiska hållbarheten ofta går hand i hand. Ett exempel på en sådan sak är att vi behöver cirkulera de kemikalier vi använder i vår process. Detta är något vi visste att vi ville göra av hållbarhetsskäl, men

det är också något vi behöver göra för att få en ekonomiskt hållbar process. Inom ramen för det arbetspaket i projektet som kallas hållbarhetsanalys har en plan för ett sådant återvinningssystem skapats.

Slutligen har en ny investeringskalkyl tagits fram och den är en viktig grund i dialogen med finansiärer av genomförandeprojektet för vår uppskalning av biobaserat grafen.

Publikationslista

Eftersom detta projekt har syftat till att förbereda en uppskalning av Bright Day Graphenes produktion av biobaserat grafen har resultatet av projektet varit mycket företagsspecifika dokument som inte lämpar sig för publicering. Dokumenten har dock delats med potentiella investerare som signerat NDA med oss. De utgör en mycket viktig grund för vår dialog i dessa sammanhang.

Referenser, källor

* Zhuo W., Li J., Li X., Ma L., Yan G., Wang H, Tan S. and Mai W.
“Improving rechargeability of Prussian blue cathode by graphene as
conductive agent for sodium ion batteries” *Surfaces and Interfaces* 23
(2021) 100911** F.-Y. Su, C. You, Y.-B. He, W. Lv, W. Cui, F. Jin, B Li,
Q.-H. Yang and F. Kang “Flexible and planar graphene conductive
additives for lithium-ion batteries” *J. Mater. Chem.*, 2010, 20, 9644–9650

Bilagor

Framtida utveckling