

# Saving graphite

**Saving virgin graphite via utilization of Li-ion battery graphite waste for graphene manufacturing**

## **Presenter and Project leader**

Sofia Kihlman Öiseth, Chalmers Industriteknik

## **Partners**

Grafren AB, Chalmers Tekniska Högskola, Chalmers Industriteknik



**Program Day 2023**



# Saving Graphite!

1 March – 31 Dec 2023

Prestudy budget: 782 kkr, 585 kkr from Swedish



## **Handelskrig: Kina begränsar sin grafitexport**

Jan Tångring,  
23 oktober 2023

Mer i arkivet om: [Elektrifiering](#), [Batterier](#)

**Kina begränsar sin export av grafit, en marknad som Kina dominerar och som är central för tillverkning av anoder till de litiumjonbatterier som används i elbilar.**

Kina kommer från den 1 december att kräva tillstånd för export av naturlig flinggrafit, liksom för artificiella grafitmaterial och relaterade produkter med hög renhet, hög styrka och hög densitet, inklusive sfärisk grafit som används i litiumjonbatterier.

Med stöd från

**VINNOVA**  
Sveriges innovationsmyndighet

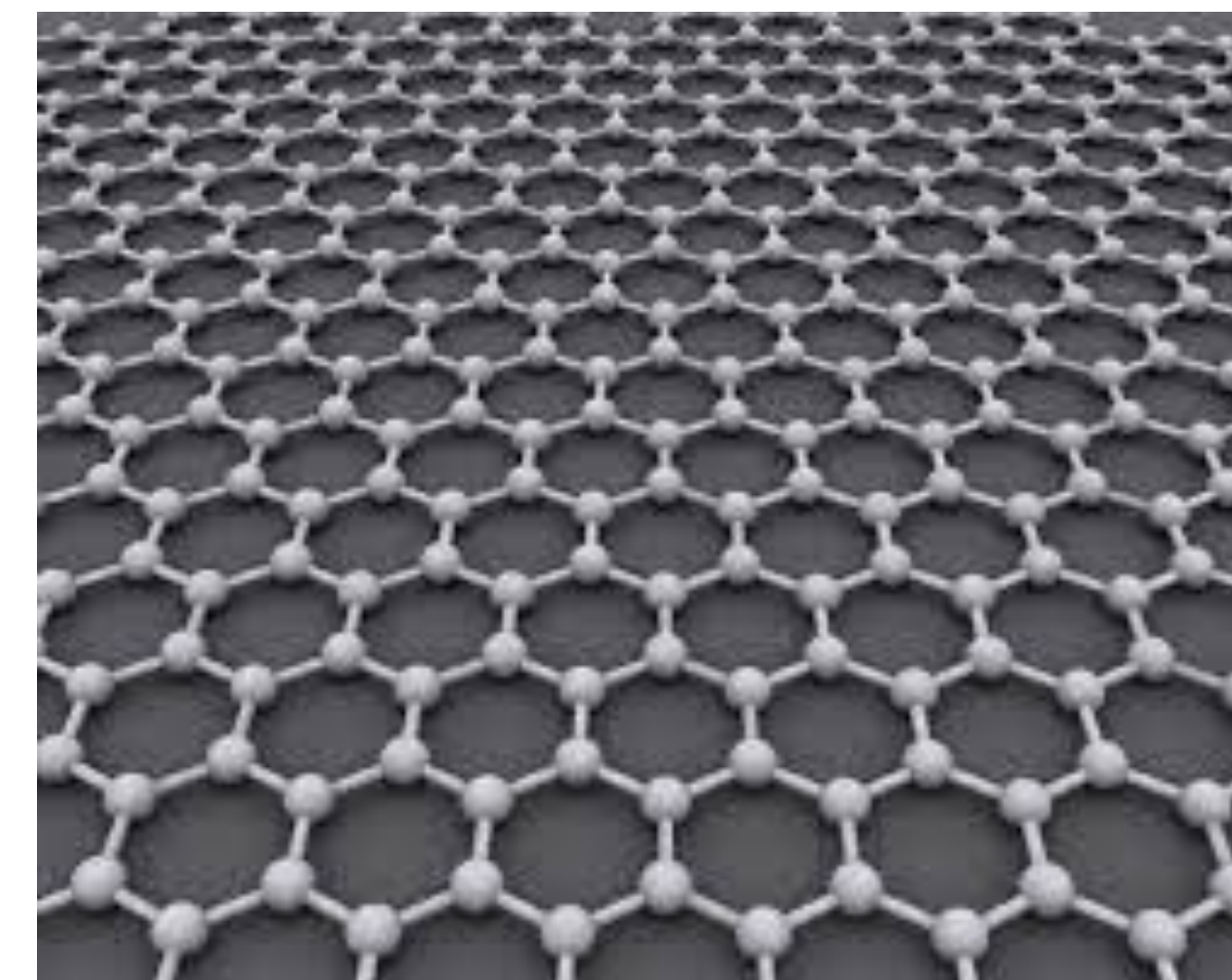
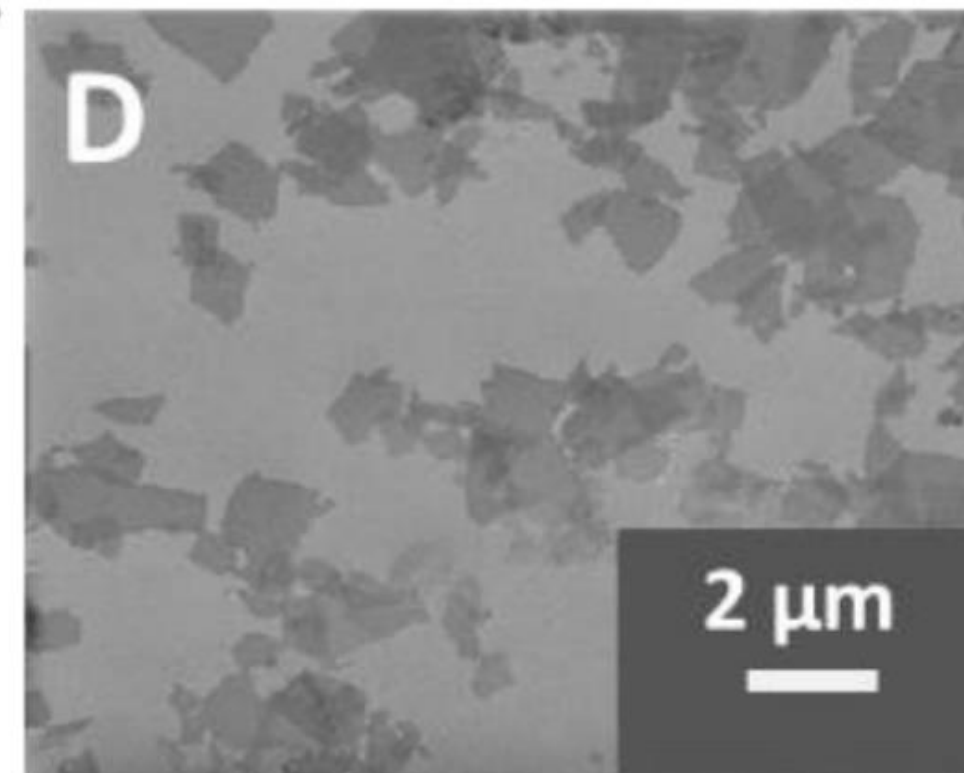
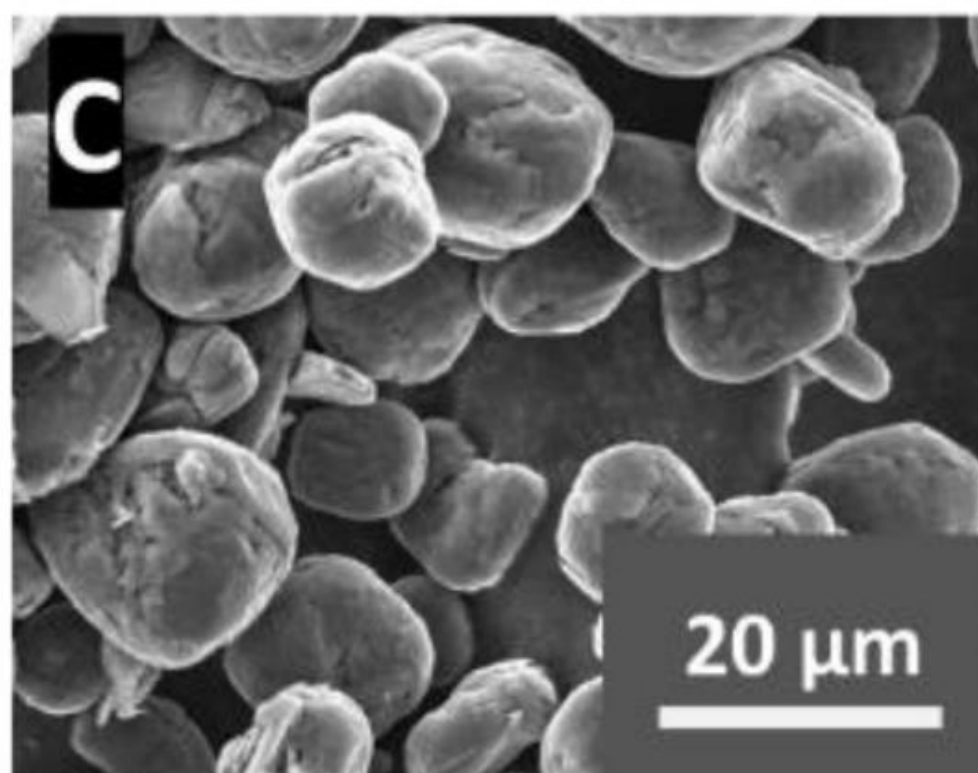
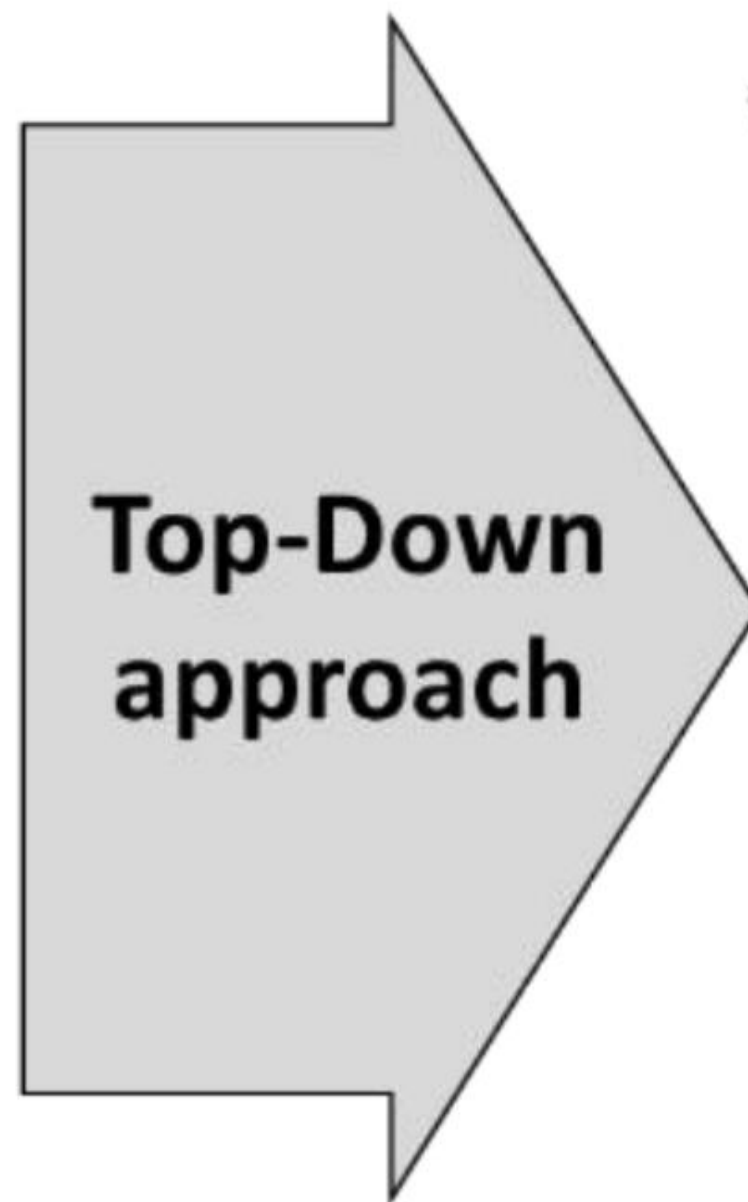
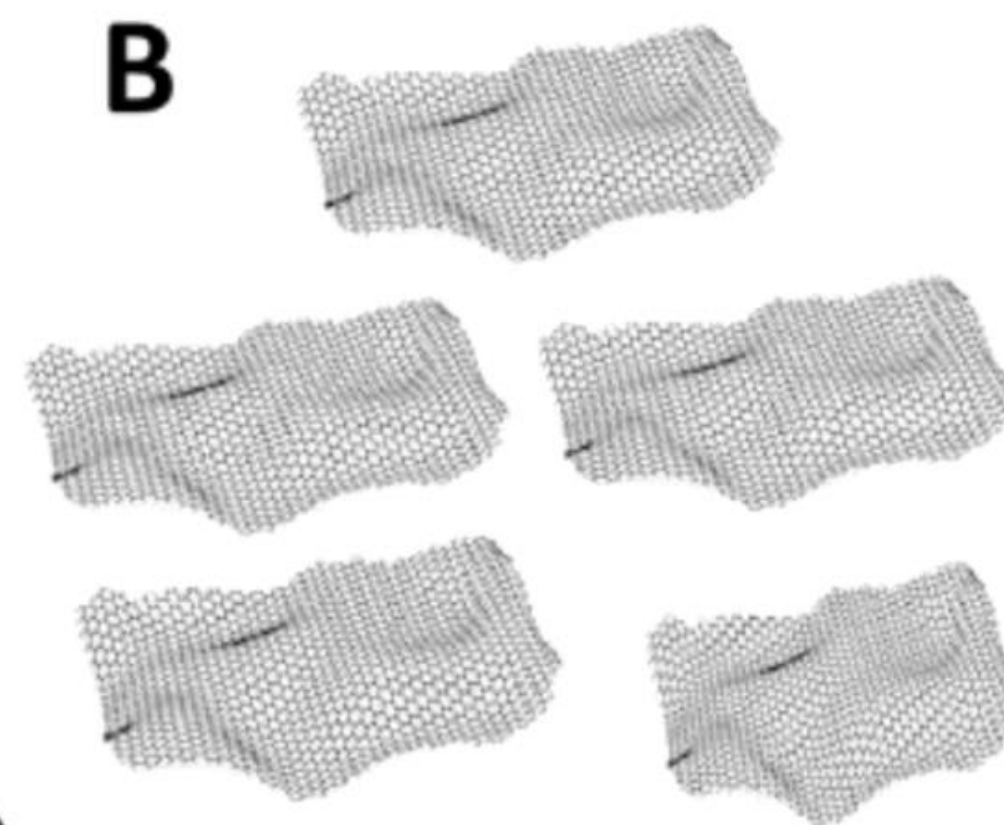
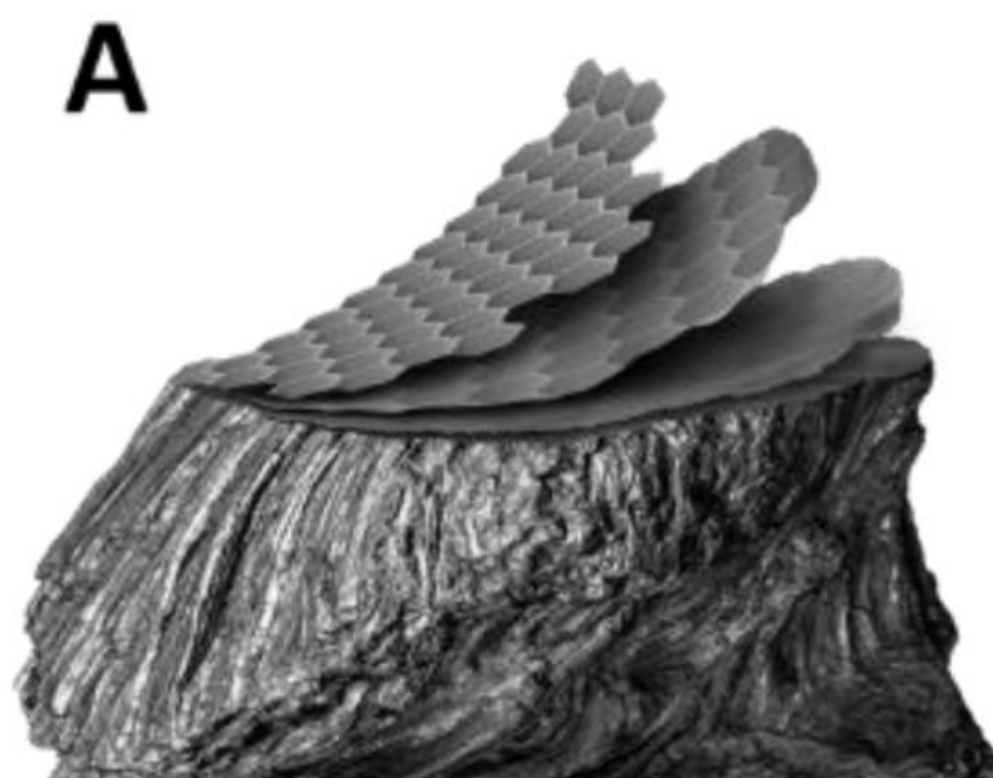
 **Energimyndigheten**

**FORMAS** 

Strategiska  
innovations-  
program



# Graphene



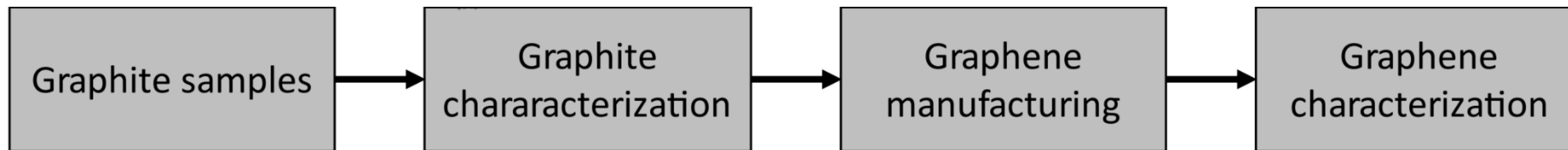
# Goals of the project

- Reduce the need for mining of pristine graphite
- Reusing waste from end-of-life EV batteries
- Obtain a sustainable raw material for graphene production
- **Experimentally verify the possibility of using graphite from Li-ion batteries as a raw material for graphene manufacturing**





# Project Plan





## Activities performed

- Discharging and dismantling ([Volvo Car and Stena Recycling](#))



Flat battery pack  
before dismantling  
(Volvo C30; 150kg)



Battery module



Dismantling the module  
down to cell level



- ✓ Safe handling method developed and tested.
- ✓ Material balance recorded for the determination of recyclability and LCA.



# Activities performed

- Crushing and mechanical separation ([Akkuser, Finland](#))



Cells before crushing

<u>Coarse fraction</u>											
<u>Result/element</u>	Li (%)	Na (%)	Mg (%)	Co (%)	Ni (%)	Cu (%)	Zn (%)	Al (%)	Fe (%)	Mn (%)	P (%)
Average	2,29	1,48	0,17	6,86	5,31	12,90	0,18	13,59	0,31	4,74	0,63
Standard Deviation	0,09	0,06	0,01	0,35	0,16	0,23	0,00	0,02	0,03	0,20	0,06
Limit of <u>detection</u>	0,012	0,001	0,004	0,040	0,016	0,013	0,006	0,203	0,006	0,006	0,273

<u>Fine fraction</u>											
<u>Result/element</u>	Li (%)	Na (%)	Mg (%)	Co (%)	Ni (%)	Cu (%)	Zn (%)	Al (%)	Fe (%)	Mn (%)	P (%)
Average	3,43	1,50	0,16	10,51	8,23	7,83	0,19	3,45	0,20	7,49	0,80
Standard Deviation	0,06	0,07	0,01	0,28	0,15	0,06	0,01	0,00	0,05	0,12	0,04
Limit of <u>detection</u>	0,012	0,001	0,004	0,040	0,016	0,013	0,006	0,203	0,006	0,006	0,273



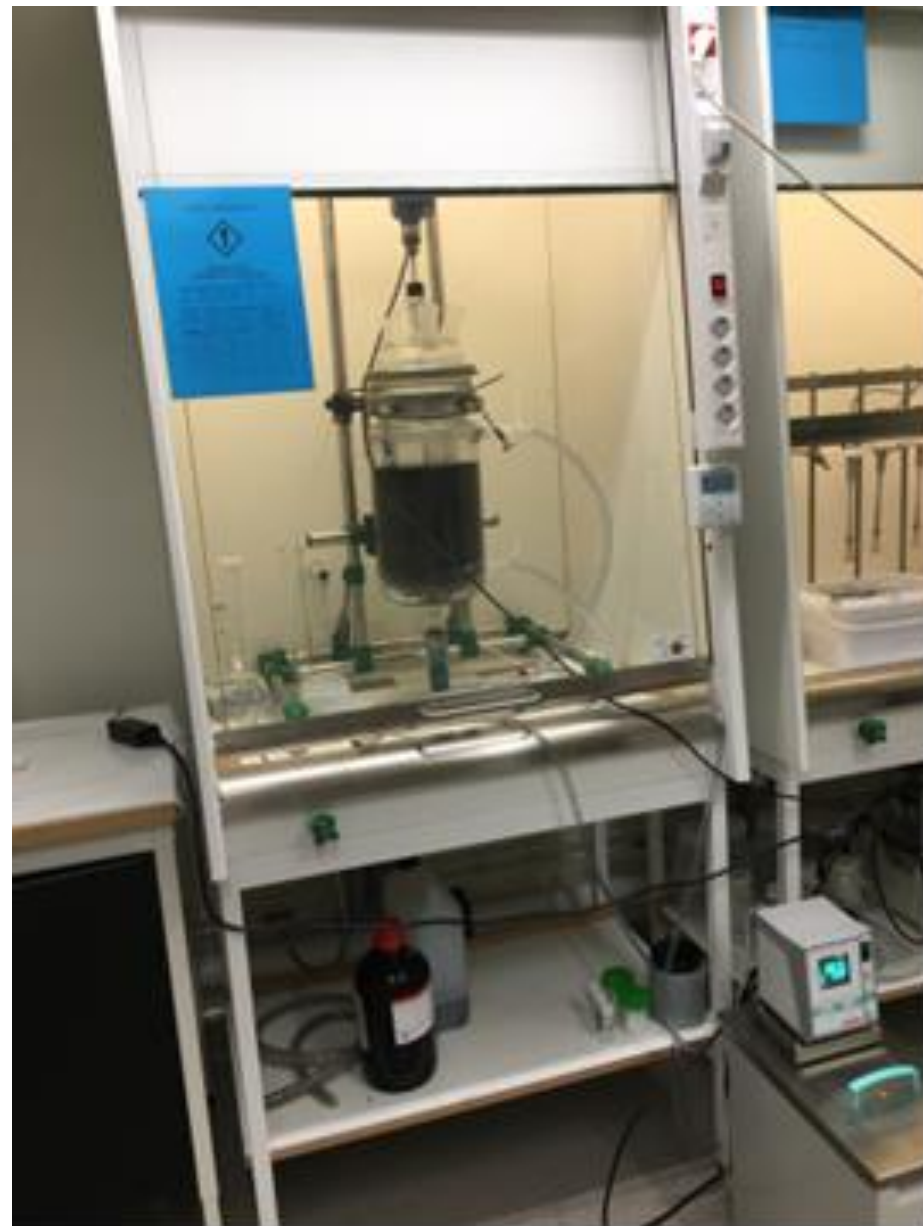
Sent to Chalmers

- ✓ Three step crushing, mechanical sieving and magnetic separator was applied.
- ✓ Processing temperature in second crusher, stayed under 50°C.

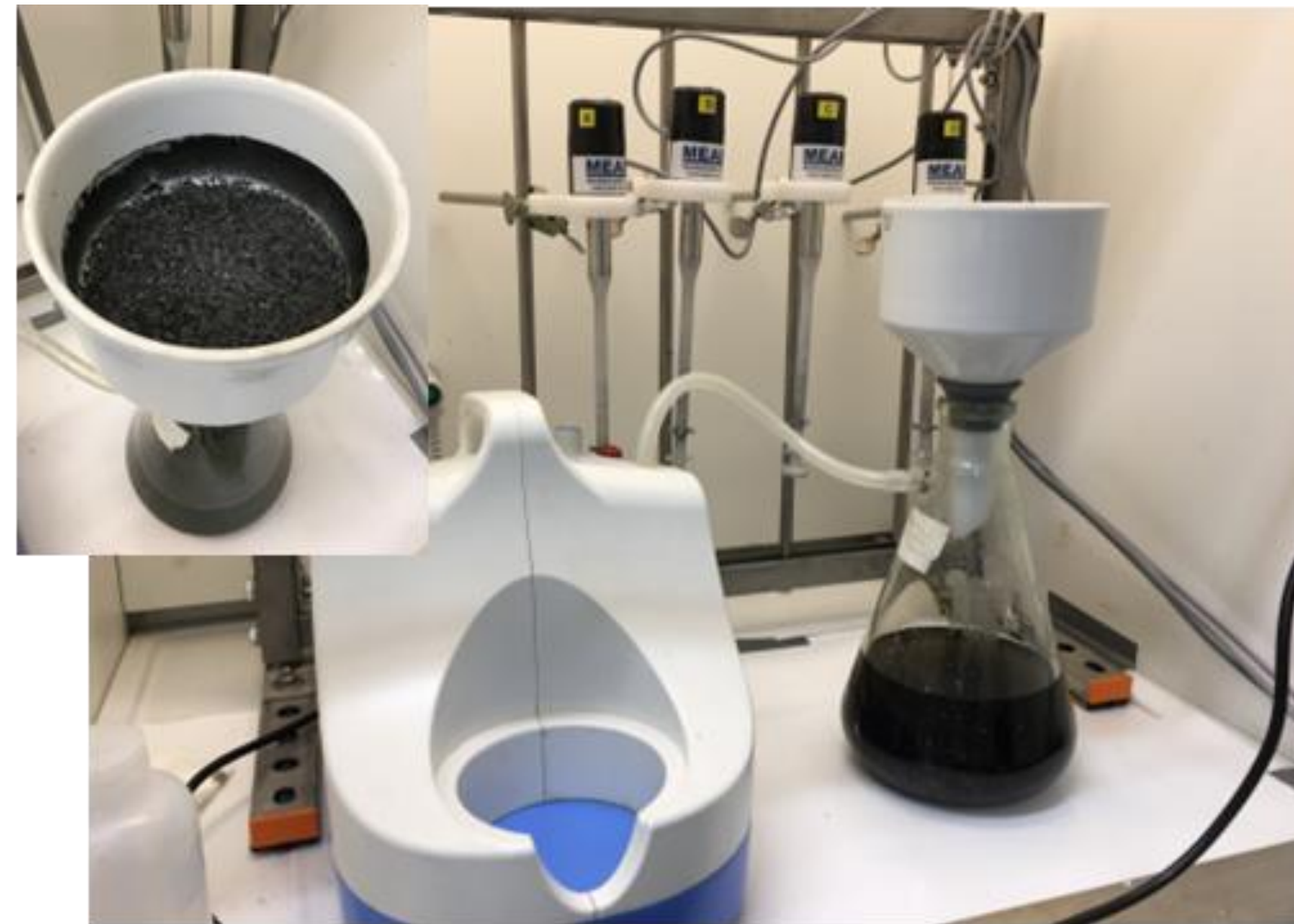


## Activities performed

- Leaching and graphite recovery (IMR Chalmers)



Leaching reactor



Filtration

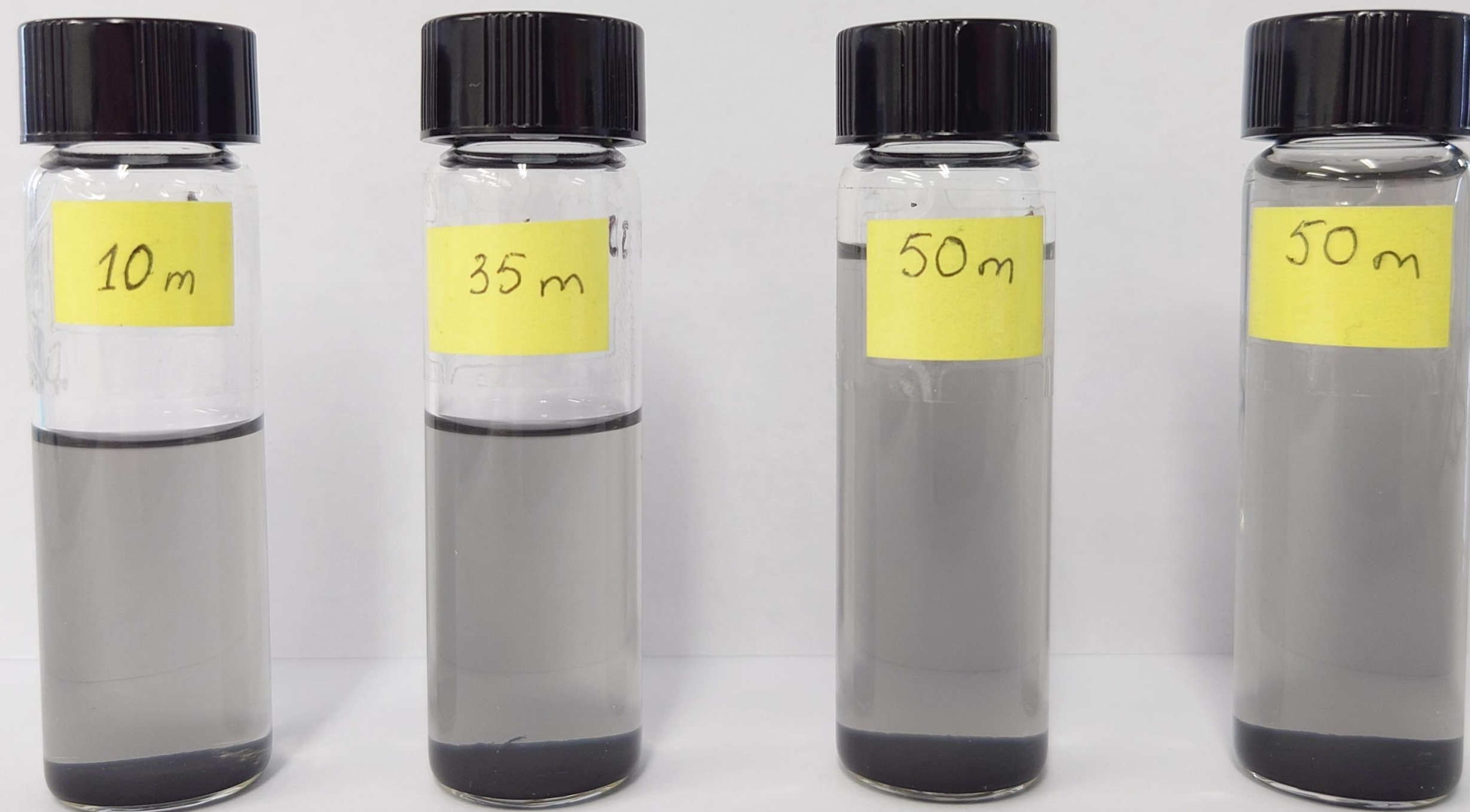


Recovered graphite

- ✓ Composition of  $\text{Li}_{1.087}\text{Ni}_{0.308}\text{Mn}_{0.300}\text{Co}_{0.392}\text{O}_2$ .
- ✓ 100% efficiency was reached for all metals. Leaching was done in 5L reactor at 60°C.
- ✓ Leaching time was optimized to 120 minutes.
- ✓ Graphite was filtered with a vacuum pump.
- ✓ Residual plastic materials were sieved with 500 $\mu\text{m}$  sieves.



# Graphene dispersions





# Next Steps

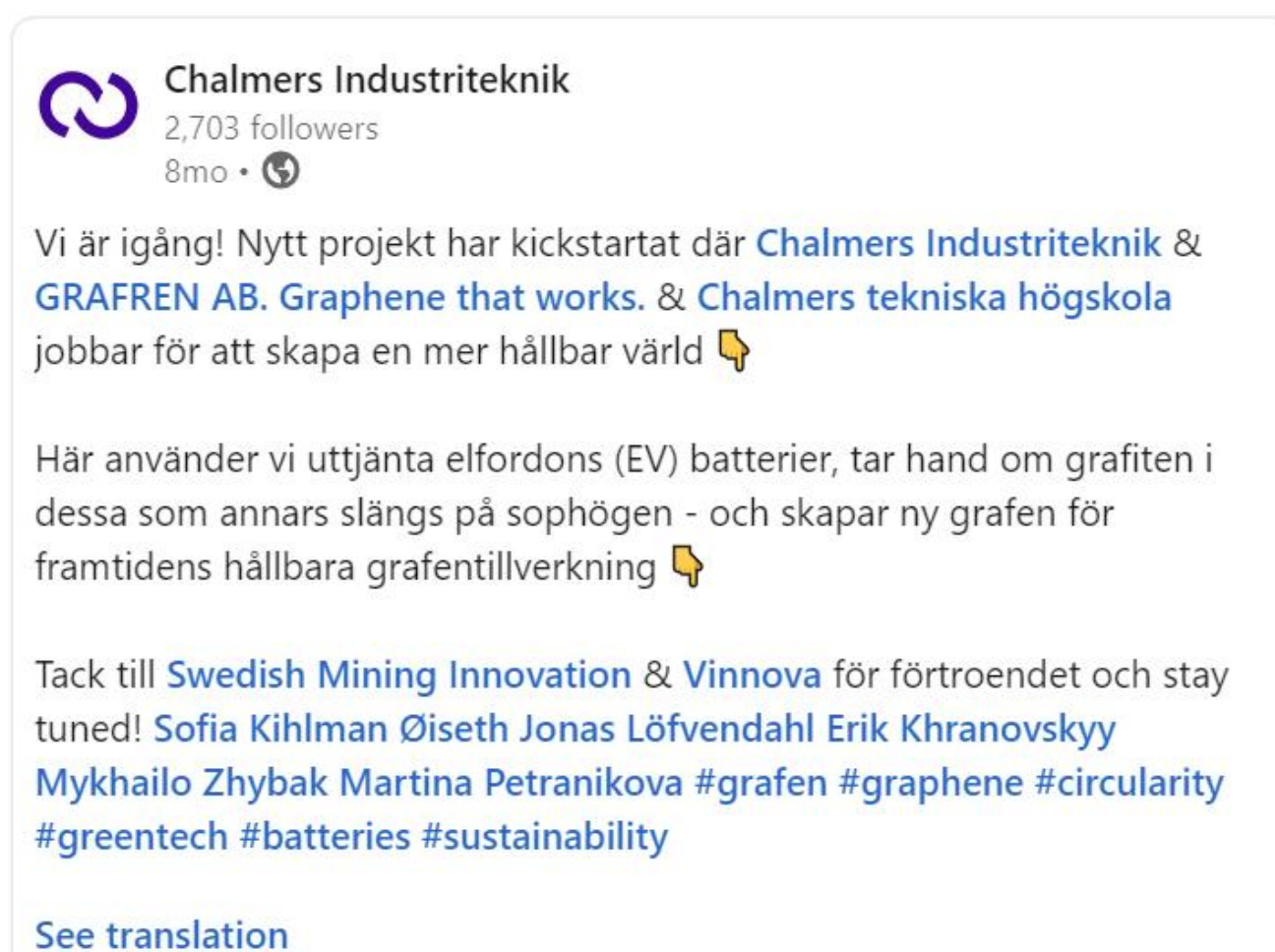
- Characterisation of graphene samples
- Summarising the results
- Dissemination of findings





# Dissemination

Press release & LinkedIn



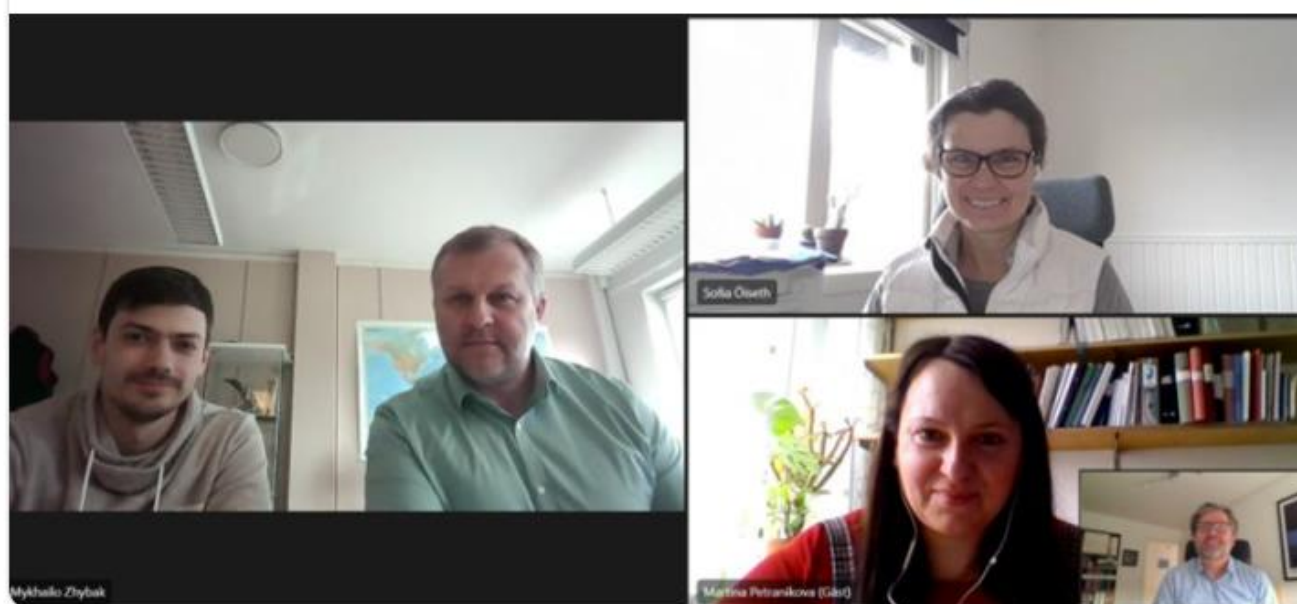
**Chalmers Industriteknik**  
2,703 followers  
8mo • 🌐

Vi är igång! Nytt projekt har kickstartat där [Chalmers Industriteknik](#) & [GRAFREN AB](#). [Graphene that works](#). & [Chalmers tekniska högskola](#) jobbar för att skapa en mer hållbar värld 🙌

Här använder vi uttjänta elfordons (EV) batterier, tar hand om grafiten i dessa som annars slängs på sophögen - och skapar ny grafen för framtidens hållbara grafentillverkning 🙌

Tack till [Swedish Mining Innovation](#) & [Vinnova](#) för förtroendet och stay tuned! [Sofia Kihlman](#) [Øiseth Jonas Löfvendahl](#) [Erik Khranovskyy](#) [Mykhailo Zhybak](#) [Martina Petranikova](#) [#grafen](#) [#graphene](#) [#circularity](#) [#greentech](#) [#batteries](#) [#sustainability](#)

[See translation](#)



2023-04-04 07:00 CEST

## Kasserade bilbatterier ger nytt liv åt supermaterial

Att återvinna grafit ur uttjänta elfordons batterier kan vara framtidens väg för att bevara naturlig grafit och samtidigt skapa supermaterialet grafen. Chalmers, Grafren och Chalmers Industriteknik undersöker just nu möjligheterna.





# Graphite from Black mass – Converting trash to treasure

Chalmers, Grafren, 2D Fab och Chalmers Industriteknik

1 jan 2024 – 31 dec 2025

3 345 000 SEK



Batterifonden





# Mining innovation for a sustainable future