

## FOI och Nobelpriset i kemi – MOF

Efter årsmötet den 12 mars höll forskare Andreas Larsson, FOI Umeå, ett seminarium om FOI och Nobelpriset i kemi – MOF. Andreas gjorde en historisk exposé över MOFars tillblivelse, beskrev FOI:s insatser inom området samt redogjorde för potentiella framtida applikationer för MOF.

MOFar är en klass av kristallina makroporösa strukturer som är uppbyggda av organiska ligander som koordinerar till en metalljon eller ett metalljonskluster.

Metallorganiska ramverk (MOF) har på grund av sina porösa strukturer de senaste 30 åren rönt stort intresse inom framförallt adsorption av gaser, men fältet har expanderat enormt med ett ständigt utökat antal potentiella applikationsområden för att numera vara ett av det snabbast växande fälten inom kemi. Detta mynnade ut i att tre MOF-pionjärer belönades med Nobelpriset i kemi 2025. De senaste åren har ett flertal MOF visat sig ha katalytiskt nedbrytande egenskaper av bland annat kemiska stridsmedel (tex organofosforföreningar, senapsgas), vilket fått FOI och internationella systerorganisationer att öka sitt intresse för substansklassen då en stor potential för dessa ses inom både skydd och sanering.

Historiskt perspektiv:

1989 - Richard Robson, Australien, kombinerar Cu-joner med en tetraedisk nitrilförening, dock instabilt.

1997 - Susumu Kitagawa, Japan, framställer en MOF med stabila kanaler som kan adsorbera gaser, bytte Cu mot Co. Första stabila i rumsmiljö.

1999 - Omar Yaghi, USA, framställer den första riktigt stabila MOFen (MOF-5), Zn användes.

1999 - 2003 Omar Yaghi definierar retikulär kemi (nätverkskemi).

2008 - Karl Petter Lillerud, Norge, framställer den första Zr- MOFen (UiO-66) i Norge. Stor ytarea och för första gången extrem stabilitet.

2018 – Omar Yagi framställer en MOF som kan fånga och släppa vatten i öken: 0,7 l vatten/kg MOF.

2023 – BASF är det första företaget som kommersiellt kan producera en MOF som fångar koldioxid; ett par 100 ton MOF/år. CALF – 20 testas nu på fabrik i Canada.

2025 – Richard Robson, Susumu Kitagawa och Omar Yagi tilldelas Nobelpriset i kemi.

Efter mer än 40 års forskning har mer än 100 000 strukturer, genom användandet av 65 olika metaller och 10 000 olika ligander, tagits fram med applikationer inom områdena rening av luft/vatten, lagring av gaser, vattenproduktion, solceller, läkemedelsdistribution, sensorer och katalys.

Kring 2017/2018 började FOI forska på nedbrytning av kemiska stridsmedel och har använt sig av Zr-MOF för att bryta ner nervgaser till fosforsyra, vilket kan göras repetitivt. Olika sorters nervgaser testas i Umeå; tex sarin (som Tyskland inte visste att de allierade inte hade under WW2), senapsgaser och novitjok (Navalnyj). Zr-baserade MOFar kan vara 12, 8 eller 6 koordinerande dvs binda olika mängd ligander.

FOI utför MOF degraderingsexperiment och har degraderat sarin på 15 minuter medan VX visar en långsammare nedbrytningskurva. Även forskning med hudpenetrationsstudier genomförs på FOI i Umeå, liksom regelbunden testning av skyddsmaskfilter.

Samarbete med Chalmers sker inom områden som framtagning av cellulosa MOF hybrider, utveckling av kolorimetriska MOF sensorer och att inkorporera fler/andra metaller för utökad katalytisk förmåga.

Framtiden för MOF inom CBRN-området kan inbegripa sensorer R/C, skyddsdräkter B/C, förstärka kol i filter samt inom saneringsområdet.