

# Vattenlösliga plaster ur ett miljöperspektiv

- En rapport finansierad av Naturvårdsverket (NV-03477-23)

Fritjof Nilsson\*<sup>1,2</sup>, Patric Elf<sup>1</sup>, Antonio Capezza<sup>1</sup>, Xinfeng Wei<sup>1</sup>, Bahiru Tsegaye<sup>1</sup>, Veerababu Poliseti<sup>1</sup>, Anna J. Svagan<sup>1</sup> and Mikael Hedenqvist<sup>1</sup>

(1) Department of Fibre and Polymer Technology, School of Engineering Sciences in Chemistry, Biotechnology and Health, KTH Royal Institute of Technology, SE-100 44 Stockholm, Sweden

(2) FSCN research centre, Mid Sweden University, 85170 Sundsvall, Sweden

\*Corresponding author: Fritjof Nilsson [fritjofn@kth.se](mailto:fritjofn@kth.se)



# Sammanfattning

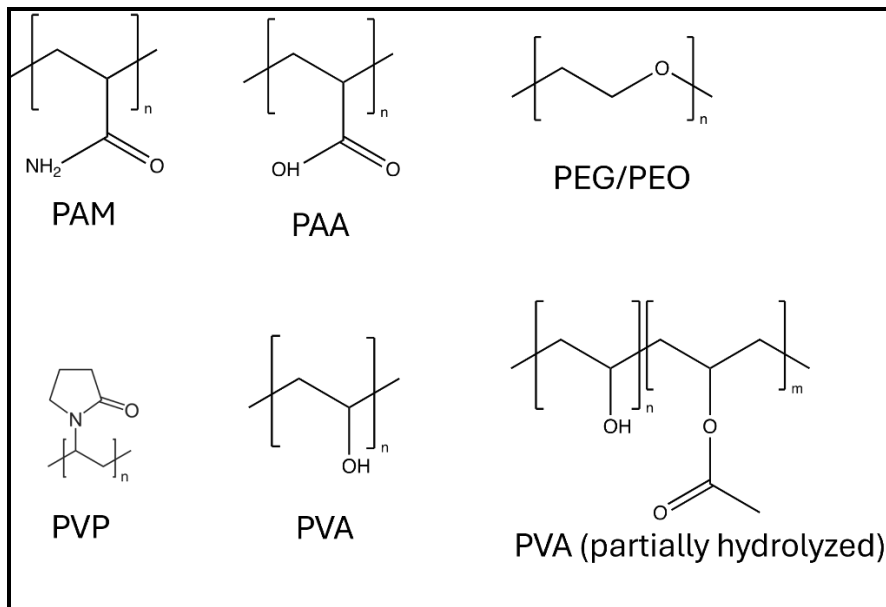
På uppdrag av Naturvårdsverket har avdelningen för polymera material på KTH genomfört en översiktsstudie (en review) om vattenlösliga plaster. Det övergripande målet med studien var att ge god översikt över vilka vattenlösliga plaster som finns, vad de används till, i hur stora mängder de produceras och vilken effekt de bedöms ha på miljö och hälsa idag och i framtiden. Studien skulle också besvara hur vattenlösliga plaster definieras, hur graden av vattenlöslighet kan mätas samt vilka åtgärder och policier som rekommenderas för att minska den negativa påverkan på miljö och hälsa från vattenlösliga plaster.

Mer specifikt försökte studien också besvara följande miljörelaterade frågor: Vilken miljöpåverkan kan en ökad introduktion av vattenlösliga plaster medföra? Innehåller vissa vattenlösliga plaster farliga ämnen och/eller bildas farliga ämnen när de löses upp? Bildas mikroplast, och i vilka mängder? Om fullständig upplösning sker, hur lång tid tar det och under vilka förhållanden händer det, och i vilken utsträckning och under vilka förhållanden är plasten biologiskt nedbrytbar?

Vattenlösliga plaster används inom en rad olika tillämpningar, från vattenrening, kosmetika, hygienprodukter, blöjor, tvättmedel, målarfärg, lim, diskmaskinstabletter och läkemedel till produktion av livsmedel, papper och fossil gas och olja. Ofta används vattenlösliga plaster som förtjockningsmedel och konsistensgivare (tex i målarfärg), ibland utnyttjas deras förmåga att lösas upp i vatten (tex i medicintabletter och diskmedelstabletter) och ibland används deras egenskap som flocculant och fällningsmedel (tex vid infångning av tungmetaller i vattenreningsverk). Naturliga vattenlösliga polymerer, som dock inte är plaster, används ofta som konsistensgivare inom livsmedelsindustrin.

Det som i dagligt tal kallas för vattenlösliga plaster är främst syntetiska polymerer såsom polyakrylamid (PAM), polyakrylsyra (PAA), polyetylenglykol (PEG), polyetenoxid (PEO) och polyvinylalkohol (PVA). Dessa är vattenlösliga men vanligtvis inte biologiskt nedbrytbara. Det finns också halvsyntetiska biobaserade polymerer som kan vara vattenlösliga och/eller nedbrytbara, t.ex. termoplastisk stärkelse (TPS), karboximetylcellulosa (CMC), polykaprolakton (PCL), polylaktid (PLA) och polyhydroxialkanoat (PHA). Dessa brukar räknas som plaster. Slutligen finns också naturliga vattenlösliga polymerer såsom pektin, amylopektin, kasein, alginat och xantangummi. Dessa räknas inte som plaster, men ingår ändå i studien

eftersom de fyller delvis samma funktion och ibland kan fungera som mer miljövänliga ersättningsmaterial till vattenlösliga plaster.



Figur 1. Några viktiga syntetiska vattenlösliga plaster: Polyakrylamid (PAM), polyakrylsyra (PAA), polyetenglykol (PEG), polyvinylpyrrolidone (PVP) och polyvinlyacetat (PVA).

Det finns flera olika standarder för att mäta hur vattenlösliga och nedbrytbara plaster är vid olika betingelser, tex vid olika temperaturer och salthalter. Vattenlöslighet kan tex mätas genom att se om det upplösta materialet kan passera genom ett membran med väldefinierad porstorlek, medan nedbrytbarhet kan bestämmas genom att mäta materialets produktion av koldioxid, syre eller biogas i en specifik miljö. Det finns även ytterligare tekniker för att analysera vattenlösliga plaster, exempevis olika former av kromatografi, spektroskopi, mikroskopi, viskometri och toxicologi.

Användandet av vattenlösliga plaster och polymerer ökar snabbt både i volym och i antal material och tillämpningar. Den totala globala användningen av vattenlösliga polymerer var 8,78 miljoner ton år 2019. Av dessa var 68 % syntetiska, 12 % semisyntetiska och 20 % naturliga polymerer. Det globala marknadsvärdet var 33,37 miljarder USD år 2022. Även om den årliga produktionen av vattenlösliga plaster är liten jämfört med den totala globala plastproduktionen, som var 450 miljoner ton år 2023, är den fortfarande stor i absoluta tal och ökar med 5,76 % årligen. Eftersom Sveriges BNP är strax under en procent av världens totala BNP (ca 591

miljarder USD jämfört med 75 367 miljarder USD) är det rimligt att anta att Sveriges årliga konsumtion av vattenlösliga plaster är runt 40 000 ton/år.

Vattenlösliga plaster har funnits relativt länge och för de flesta sådana material är den akuta toxiciteten väl studerad. Däremot är kunskapen om deras långsiktiga effekter på miljö och hälsa betydligt mer begränsad, delvis på grund av att det är stor variation i materialegenskaper inom varje typ av plast. De flesta vattenlösliga plaster är inte akut giftiga eller farliga för människor och miljön, men nedbrytningsprodukterna från exempelvis polyakrylamid är avgjort ohälsosamma. En ökad spridning av sådana av vattenlösliga plaster i naturen skulle medföra en tydlig negativ miljöpåverkan. En kraftigt ökad användning av vattenlösliga plaster skulle potentiellt också kunna introducera andra oförutsetta miljöproblem. Exempelvis finns stora miljöproblem kopplade till ”vanliga” olösliga plaster, såsom polyeten och polypropen, trots att de inte är toxiska i makroskopisk form.

Utgående ifrån dagens mikroplastdefinitioner räknas vattenlösliga plaster och deras nedbrytningsprodukter vanligtvis inte som mikroplaster, detta eftersom mikroplaster förväntas förbli solida partiklar även i vattensuspension. Samtidigt bryts många vattenlösliga plaster ned ganska långsamt i naturen, vilket tyder på att deras användning bör regleras. Nedbrytningshastigheten ökar generellt med ökad temperatur, UV-strålning, och vissa mikroorganismer och kan även påverkas av tex pH och vissa kemikalier. Plastens kemiska struktur, molmassa och förgreningsgrad har också en inverkan på nedbrytningshastigheten.

Användning av vattenlösliga plaster i tillämpningar där de potentiellt kan hamna i miljön bör därför i normalfallet undvikas, i synnerhet av sådana plaster som kan bilda hälso- eller miljöfarliga nedbrytningsprodukter. I vissa tillämpningar överväger visserligen fördelarna med vattenlösliga plaster, men ofta kan plasterna uteslutas eller ersättas av naturliga polymerer med lägre risker. Vattenlösliga plaster som inte är biologiskt nedbrytbara bör inkluderas i regleringen av mikroplaster, mer systematiska riskbedömningar och rekommendationer kring specifika vattenlösliga plaster bör utvecklas och en internationell märkning för spolvänliga material bör utformas. Det uppmuntras också att genomföra en forskningsstudie för att mer systematiskt undersöka och rangordna miljö- och hälsorisker med olika specifika vattenlösliga plaster, delvis utgående ifrån toxiciteten hos deras monomerer.