



Vattenlöslig plast

Presentation NV 2023-12-15, Docent Fritjof Nilsson

Bakgrund

- Vattenlösliga och biologiskt nedbrytbara polymerer är polymerklasser som snabbt växer både vad gäller volym och antal material och tillämpningar.
- Exempel inkluderar polyetylenglykol (PEG), polyetenoxid (PEO), polyvinylalkohol (PVA), termoplastisk stärkelse (TPS), karboximetylcellulosa (CMC), polykaprolakton (PCL), polylaktid (PLA), polyhydrobutyrat (PHB), samt bioplaster baserade på exempelvis alginat, kitin, kitosan, casein och gluten.
- Dessa material är användbara inom många områden, från kosmetika och färger till vattenrening, läkemedel och livsmedel. Trots användbarheten och den omfattande användningen av sådana material har deras miljöpåverkan ännu inte tillräckligt bedömts och sammanställts.
- Målet med denna studie är att ge en översikt över de mest betydelsefulla vattenlösliga och biologiskt nedbrytbara plasterna, deras användning och miljöpåverkan. Resultaten ska även presenteras i en vetenskaplig review-artikel.

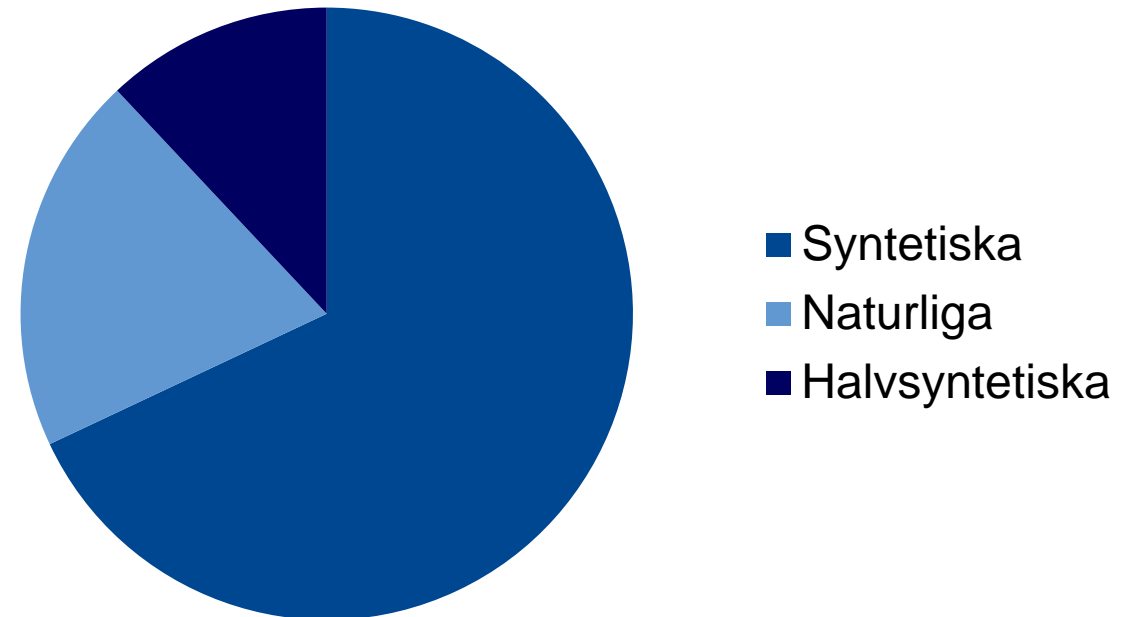
Frågeställning och Målsättning

- Vilken miljöpåverkan innebär en ökad introduktion av vattenlöslig plast?
- Vilka vattenlösliga plaster finns globalt?
- Hur mycket används på den svenska marknaden?
- Vad används de till? (Applikationer där det finns risk för spridning till vatten är särskilt intressanta, som tvättpåsar, diskmaskins kapslar)
- Hur definieras de och hur bör de definieras?
- Vilka testmetoder finns tillgängliga? (Det finns ett antal ISO-standarder för att analysera plast i vatten)
- Bildas mikroplaster från vattenlösliga plaster, och i vilka mängder?
- I vilken utsträckning och under vilka förhållanden är plasten biologiskt nedbrytbar?
- Innehåller plasten farliga ämnen?
- Bildar plasten farliga ämnen när den löses upp?
- Om fullständig upplösning sker, hur lång tid tar det och under vilka förhållanden inträffar det?
- Vilka åtgärder och policys kan minska den negativa påverkan på hälsa och miljö?

Årlig global konsumtion av vattenlöslig plast 2019

- Totalt 8.76 Mton/år (2019)
- Syntetiskt 68%
- Naturligt 20%
- Halvsyntetisk 12%
- Värde: 33.37 miljarder dollar (2022),
- Värde: 55.10 miljarder dollar (2030, prediktion)
- Tillväxthastighet: 5.76 %/år

Försäljning vattenlöslig plast 2019 (totalt 8.76 Mton/år)



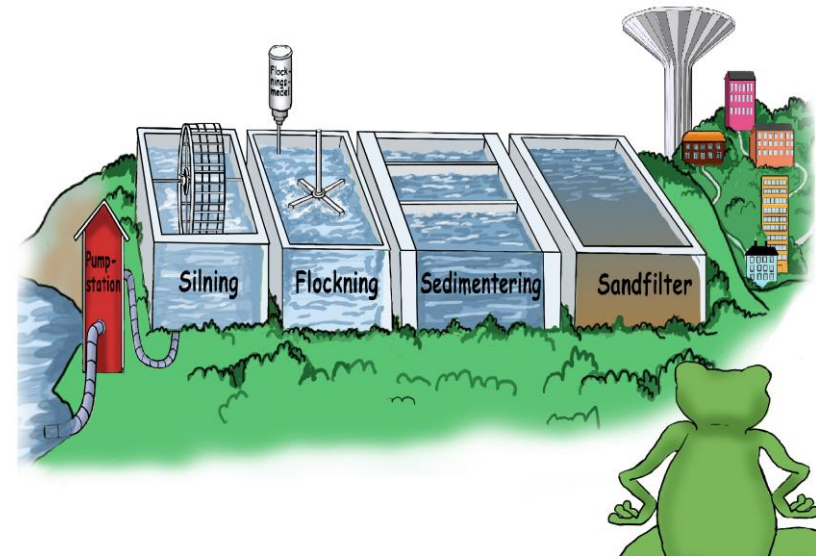
Tillämpningsområden (I fallande kvantitet, 2020)

- Vattenrening (ca 27%)
- Hygien, rengöring och kosmetika (22.8%)
- Olja och gas (ca 15%)
- Mattillverkning (ca 13%)
- Papper och pappersmassa (ca 9%)
- Läkemedel och annat (ca 11%)

Tillämpningar – Vattenrening

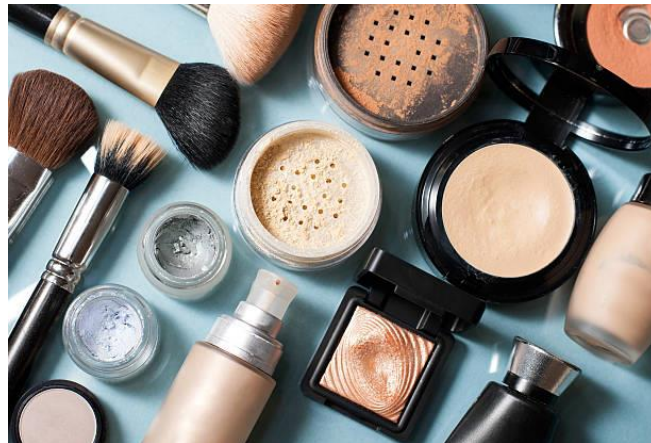
Vattenlösliga polymerer används i vattenrensningssystem för att eliminera oönskade föroreningar och partiklar från vatten, inklusive behandling av avloppsvatten och dricksvatten

- Fällningsmedel och Koagulanter
- Flockningsmedel
- Vattenklarning
- Avvattning av slam
- Oljeavskiljning



Tillämpningar – Hygien, rengöring och kosmetika

- Kosmetika och hudvårdsprodukter innehåller ofta vattenlösliga polymerer för att förbättra konsistensen och användarupplevelsen av krämer, lotioner och tvålar.
- Många tvättmedel och rengöringsprodukter innehåller vattenlösliga polymerer som hjälper till att avlägsna smuts och fläckar från kläder och ytor.
- Diskmaskinstabletter är också ofta täckta av en tunn film av vattenlösliga plaster.



Tillämpningar – Olja och gasproduktion

Vattenlösliga polymerer används inom olje- och gasindustrin för olika ändamål, inklusive förbättring av oljeutvinning (EOR) och underlättande av hantering och transport av råolja. Exempelvis:

- Förbättring av oljeutvinning (EOR): Tillsats i injicerat vatten eller Polymerflodning
- Hantering av råolja och vattenavskiljning: Emulsionsbrytare och paraffininhibitorer
- Transport av råolja: Viskositetsmodifierare
- Förbättring av borrning och borrhålstabilitet: Borrvätskeadditiv



Tillämpningar - Livsmedel

Vattenlösliga (bio)polymerer kan användas i livsmedel, tex som:

- Förtjockningsmedel och stabiliseringsmedel
- Geleringsmedel/Emulgeringsmedel
- Glansmedel och beläggningar
- Förpackningsmaterial
- Glutenersättare
- Konditorivaror
- Texturförbättrare



Tillämpningar – Färg, lim och bindemedel

- För många byggmaterial, inklusive färg, lim och spackel, kan vattenlösliga polymerer fungera som bindemedel.
- Vattenlösliga polymerer används också inom färgning och tryckprocesser på textilier, där de hjälper till att binda färgpigment till tyget.



Tillämpningar – papper och massa

Inom skogs- och pappersindustrin används vattenlösliga polymerer för olika ändamål för att förbättra processer och egenskaper hos produkterna, till exempel:

- Retentionsmedel vid papperstillverkning
- Förbättring av pappersstyrka och ytegenskaper
- Förtjockningsmedel i färg och beläggningar
- Retention och avvattning av massan
- Rengöringsmedel och avhärdningsmedel
- Effektivisering av produktionen
- Användning i trälim
- Hantering av pappersmassa och avfall



Tillämpningar - Jordbruksprodukter

- Inom jordbruksindustrin fungerar vissa vattenlösliga polymerer som jordförbättringsmedel, särskilt för växter som behöver specifika näringsämnen. Dessa polymerer kan enkelt blandas med vatten och appliceras på grödor.
- Exempel på tillämpningar är: vattenretention, erosionskontroll, förbättring av jordstruktur, bättre fröspridning, minskning av bevattning och användning i växtnäring.
- Vattenlösliga polymerer kan också fungera som smörjmedel och kylmedel i jordbruksmaskiner för att minska friktion och värme.



Tillämpningar - Läkemedel

- Inom läkemedelsindustri och medicinska tillämpningar kan vattenlösliga polymerer användas för att skapa läkemedelsdosformer som snabbt löses upp i kroppen, såsom tuggtabletter, flytande läkemedel och ögondroppar.
- De är en integrerad del av formuleringen av läkemedel, inklusive skapandet av suspensioner, emulsioner och injicerbara lösningar.



Specifika Polymerer– (I fallande försäljningsvolym)

- Polyakrylamid
- Guargummi (*Biobaserad*)
- Casein (*Biobaserad*)
- Polyvinylalkohol (PVA)
- Gelatin (*Biobaserad*)
- Polyakrylsyra (PAA)
- Övriga (Polyetylen glykol (PEG), Polyvinylpyrrolidone (PVP), ...)

Specifika polymerer – naturliga vs syntetiska

Biobaserade

- Guargummi
- Gelatin
- Xantangummi
- Kasein
- Övriga

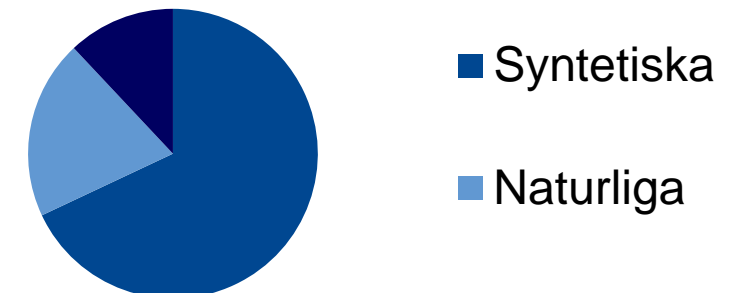
Syntetiska

- Polyakrylamid
- Polyvinylalkohol (PVA)
- Polyakrylsyra
- Polyetenglykol (PEG)
- Polyvinylpyrrolidone (PVP)
- Övriga

Semi-syntetiska

- Methylcellulosa
- Hydroxethylcellulosa
- Övriga

**Försäljning vattenlöslig
plast 2019 (totalt 8.76
Mton/år)**



Specifika polymerer- Polyakrylamid

Polyakrylamid är en syntetisk vattenlöslig polymer med en årlig global försäljning på 5.5. miljarder USD (2022). Opolymeriserad akrylamid kan vara neurotoxiskt och cancerframkallande i höga doser. Vanliga användningsområden är:

- **Vattenbehandling:** Polyakrylamid används i vattenbehandlingsprocesser för att avlägsna partiklar och föroreningar från vatten. Det fungerar som en fällningsmedel och hjälper till att klumpa ihop partiklarna för enklare borttagning.
- **Jordbruk:** Inom jordbruket används polyakrylamid för erosionsskydd och för att förbättra vattenretentionen i jorden.
- **Olje- och gasindustrin:** Polyakrylamid används för att underlätta separationen av olja och vatten i oljeproduktion och vid hantering av oljeutsläpp.
- **Pappers- och textilindustrin:** Det används som ett retentionsmedel och för att förbättra pappers- och textiltillverkningsprocesser.
- **Gräsbeklädnad:** Inom trädgårdsbruk och jord användning används polyakrylamid för att skapa en gel-liknande yta runt frön för att underlätta grodd och vattenhållning.

Specifika polymerer - Guargummi

Guargummi är en vattenlöslig polymer med en årlig global försäljning på 0.824 miljarder USD (2022). Det är en naturlig förening som extraheras från guarväxten (*Cyamopsis tetragonoloba*), främst växande i Indien och Pakistan. Det används i tex:

- **Livsmedelsindustrin:** Guargummi används som en förtjockningsmedel, stabilisator och emulgeringsmedel i livsmedelsprodukter som glass, såser, dressingar och mejeriprodukter.
- **Kosmetika och hygienprodukter:** Det används i schampo, krämer och tandkräm för att ge viskositet och förbättra produkternas textur.
- **Läkemedelsindustrin:** Guargummi kan användas som en bindemedel i formuleringen av läkemedel, särskilt tabletter.
- **Olje- och gasindustrin:** Guargummi används som en tillsats i hydrauliska fraktureringsvätskor för att förbättra viskositeten och därmed effektiviteten av vätskan.
- **Pappersindustrin:** Guargummi kan användas som en tillsats i pappersframställning för att förbättra pappersfiberbindningen.
- **Textilindustrin:** Det används som en förtjockningsmedel i tryckpastor för textilfärgning och tryckning

Specifika polymerer - Casein

Casein är ett mjölkprotein som inte är vattenlösligt i sin naturliga form (utan bildar en emulsion) men som kemiskt omvandlas till vattenlöslig form. Vanliga användningsområden är:

- **Livsmedelsindustrin:** Vattenlöslig casein används som en ingrediens i livsmedel, särskilt inom mejeriprodukter, för att ge textur och förbättra egenskaperna hos ost, glass och andra produkter.
- **Kosttillskott:** Vattenlöslig casein används ibland som ett kosttillskott och inom sportnäring för dess proteininnehåll.
- **Tekniska applikationer:** Casein används också i tekniska applikationer som lim och färg på grund av dess bindande egenskaper.
- **Kosmetika:** Det används också i vissa kosmetiska produkter, som ansiktsmasker och hårprodukter, för sina egenskaper som ett naturligt och mjukt protein.
- **Textilfibrer:** Casein kan användas för att spinna ull-liknande textilfibrer.

Specifika polymerer – Polyvinylalkohol (PVA)

Polyvinylalkohol (PVA) är en vattenlöslig syntetisk polymer som säljs för ca 1.01 miljarder USD/år (2022) och har många tillämpningar, tex:

- **Pappersindustrin:** PVA används som en ytaktivt medel och för att öka styrkan och ythäftningen hos papper.
- **Textilindustrin:** Det används som en storlekshämmare i textilbehandling för att ge tyget ökad styrka och hållfasthet.
- **Lim:** PVA används ofta som en huvudingrediens i vattenbaserade lim, särskilt i skol- och hantverkslim.
- **Byggbranschen:** Det används som en bindemedelkomponent i byggmaterial som gips och cement.
- **Läkemedelsindustrin:** PVA används i vissa läkemedelsformuleringar, särskilt i farmaceutiska beläggningar och flytande formuleringar.
- **Förpackningsindustrin:** Används i tillverkningen av vattenlösliga förpackningar och påsar.
- **Kosmetikindustrin:** Används i vissa kosmetiska och personliga vårdprodukter, särskilt i schampo och balsam.

Specifika polymerer - Gelatin

Gelatin är en naturlig polymer som härstammar från animaliskt kollagen, särskilt från ben och bindvävnad hos djur. När gelatin löses upp i varmt vatten och sedan kyls ned, bildas en geléaktig struktur. Årlig global försäljning var 6.08 miljarder USD 2022. Exempel på tillämpningar:

- **Livsmedelsindustrin:** Gelatin används ofta som ett förtjockningsmedel och gelébildande agent i en mängd olika livsmedelsprodukter, såsom geléer, pudding, marshmallows, gelatinkapslar, och vissa mejeriprodukter.
- **Läkemedelsindustrin:** Gelatin används för att skapa gelatinkapslar för att förpacka läkemedel. Kapslarna löser sig upp i kroppen och möjliggör en enklare administration av läkemedel.
- **Fotografi:** I det förflutna användes gelatin som en bindande substans för att hålla ljuskänsliga kemikalier på fotografiska filmer och papper.
- **Kosmetika:** Gelatin används ibland i vissa kosmetiska produkter, som ansiktsmasker och hårvårdsprodukter, för att ge textur och konsistens.
- **Tekniska applikationer:** Gelatin används även inom tekniska områden, som i tillverkning av vissa lim och i vissa medicinska applikationer, såsom biologiska bandage.

Specifika polymerer – Polyakrylsyra (PAA)

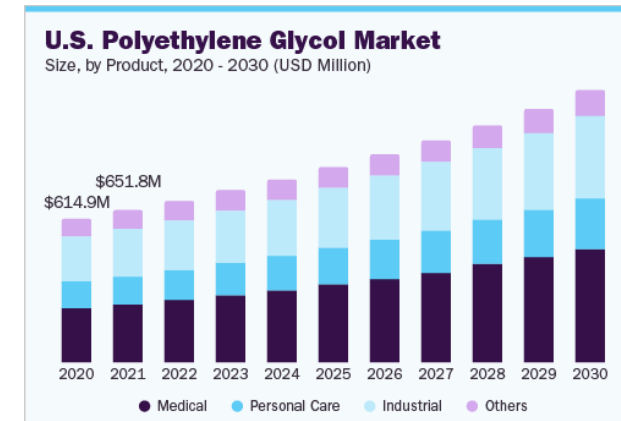
Polyakrylsyra (polyacrylic acid, PAA) är en syntetisk vattenlöslig polymer med en årlig global försäljning på 5.5 miljarder USD (2022). Den används exempelvis till:

- **Vattenbindning:** Polyakrylsyra används ofta som en vattenbindande polymer, särskilt inom hygienprodukter som blöjor och inkontinensprodukter.
- **Jordförbättring:** Inom jordbruket används polyakrylsyra för att förbättra jordens vattenretention och minska behovet av frekvent bevattning.
- **Tillverkning av superabsorberande material:** Polyakrylsyra används för att producera superabsorberande material, som används i engångsblöjor, sanitetsprodukter och andra absorberande produkter.
- **Vattenbaserade färger och beläggningar:** Det används också i vattenbaserade färger och beläggningar på grund av dess vattenlöslighet och bindande egenskaper.
- **Kemisk industri:** Polyakrylsyra används inom kemisk industri för olika ändamål, inklusive som tillsats i vissa rengöringsprodukter och som en komponent i vissa polymerblandningar.

Specifika Polymerer– Polyethylene Glycol (PEG)

Polyetenglykol är en syntetisk vattenlösig polymer med en global årlig omsättning på 4.678 miljarder USD (2022). Högmolekylär PEG kallas PEO. Exempel på tillämpningar är:

- **Läkemedelsindustrin:** PEG används som bas för olika läkemedelsformuleringar, inklusive flytande preparat och krämer. Dess vattenlöslighet gör det användbart för olika administrativa vägar, inklusive oral och topikal användning.
- **Kosmetika:** PEG används i kosmetika och personliga vårdprodukter som fuktighetskrämer, schampo och tvålar för dess emulgerande och fuktighetsbevarande egenskaper.
- **Livsmedelsindustrin:** PEG används ibland som en tillsats i livsmedel, särskilt för att skapa eller förbättra vissa texturmässiga egenskaper.
- **Industriell användning:** PEG används i vissa industriella applikationer som smörjmedel, avfettningsmedel och för att förhindra att ämnen fastnar på ytor.



Specifika polymerer - Polyvinylpyrrolidone (PVP):

PVP är en syntetisk vattenlöslig plast som säljs för ca 2.5 miljarder USD/år (2022). Den har bra vidhäftande egenskaper och används bland annat till:

- **Läkemedelsindustrin:** PVP används inom läkemedelsindustrin som en bindemedel i tabletter och som en stabilisator i flytande läkemedelsformuleringar.
- **Kosmetika:** PVP används i kosmetika och personliga vårdprodukter som en fixeringsagent i hårsprayer, geler och mousse. Det används också som en bindemedel i kosmetiska produkter som ögonskuggor och ögonbrynsgeler.
- **Tekniska applikationer:** PVP används inom tekniska områden, inklusive i tryckfärger, fotopolymera tryckplattor och som en tillsats i vissa industrikemikalier.
- **Livsmedelsindustrin:** PVP används ibland som en klaringsmedel och för stabilisering i vissa livsmedel, särskilt öl och vin.
- **Fotografi:** Inom fotografi används PVP som en bindemedelkomponent i emulsioner och andra fotografiska material.

Specifika polymerer - övriga

- Stärkelsebaserade polymerer (tex termoplastisk stärkelse TPS)
- Cellulosa derivat (tex carboxymethyl cellulose (CMC) or methyl cellulose)
- Andra proteiner än Casein, polyakrylamide och polyakrylsyra (tex gluten)
- Alg/svamp-baserade polymerer (tex alginat, karragenan, agaros, pulludan)
- Kitosan (modifierad kitin), delvis vattenlösligt
- Polyesterar (tex PLA, PGA, PCL, PHA), vanligtvis inte vattenlösliga / biologiskt nedbrytbara.

Viktiga företag (för vattenlösliga polymerer)

- SNF Group (Frankrike)
- Kemira (Finland)
- BASF (Tyskland)
- Ashland (USA)
- KURARAY CO LTD (Japan)
- DuPont (USA)
- Arkema SA (Frankrike)
- Dow Chemical (USA)
- Nitta Gelatin (USA)
- Gantrade Corporation (USA)
- Akzo Nobel (Nederländerna/Sverige)
- Sumitomo Seika Chemicals (Japan)
- CP Kelco (USA)
- Shandong Polymers Bio-Chemicals (KINA)
- Mitsubishi Chemical Corp. (Japan)

Miljöeffekter?





Vattenlöslig plast

Presentation NV 2023-12-15, Docent Fritjof Nilsson