



Områdesanalys

Bionedbrytbar plast

Rapport

2022-09-16

På uppdrag av
BioInnovation

Med stöd från:



Strategiska
innovations-
program

Initierat av:



BioInnovation

Trossa AB, maj 2022

Rosenlundsgatan 40
118 53 Stockholm
Telefon: 08-30 60 80
www.trossa.se



BioInnovation är ett strategiskt innovationsprogram grundat av Skogsindustrierna, IKEM och TEKO. Programmet finansieras av Vinnova, Energimyndigheten och Formas inom ramen för den gemensamma satsningen Strategiska innovationsområden samt de intressenter från näringsliv, akademi, institut och offentlig sektor som deltar. Målet är att öka förädlingsvärdet och konkurrenskraften i den svenska biobaserade sektorn genom att skapa bästa möjliga förutsättningar för att ta fram nya biobaserade material, produkter och tjänster. <http://www.bioinnovation.se/>

Innehåll

1	Summary	1
2	Introduktion	2
2.1	Uppdraget	2
2.2	Kortfattad metodbeskrivning	3
3	Kartläggning	3
3.1	Begrepp och definitioner	3
3.1.1	Förklarande inledning till bionedbrytbarhet	3
3.1.2	Bionedbrytbara plastmaterial	4
3.1.3	Sammanställning av begrepp och innebörder relaterade till nedbrytbar plast	6
3.1.4	Bionedbrytbarhet i olika miljöer	12
3.2	Standarder, testmetoder och certifieringar för bionedbrytbarhet	14
3.2.1	Standardiseringsorgan och organisationer	14
3.2.2	Standarder för olika miljöer	20
3.2.3	Testmetoder och kriterier för olika miljöer	21
3.2.4	Certifieringar för olika miljöer	23
3.3	Regleringar, ramverk, policys, handlingsplaner	27
3.3.1	Ramverk, policys inom EU	27
3.3.2	Sveriges handlingsplan för plast En del av den cirkulära ekonomin	30
3.3.3	Lagstiftning på EU-nivå	31
3.3.4	Lagstiftning övriga länder, ett urval	32
3.3.5	Utredningen "Det går om vi vill"	33
3.3.6	Sammanfattning	33
3.4	Pågående satsningar och projekt	34
4	Intressentdialoger	38
4.1	Deltagande aktörer	38
4.2	Intervjuer	38
4.2.1	Största utmaningarna med bionedbrytbar plast	39
4.2.2	Utvecklingsbehoven	40
4.2.3	Kunskapsluckorna	41
4.2.4	Applikationsområden där bionedbrytbar plast kan passa	42
4.3	Rundabordssamtal	43
4.3.1	Kunskapsluckor	44
4.3.2	Standarder och regleringar	45
4.3.3	Vad behöver göras härnäst?	46
5	Slutsatser och rekommendationer	48
5.1	Slutsatser	48
5.1.1	Drivkrafter	48
5.1.2	Kompetens i Sverige	48
5.1.3	Samverkan för att utveckla området	48
5.1.4	Vad behövs för att designa hållbara material	49
5.1.5	Behov av metoder, standarder och certifiering, samt kriterier för att beskriva, redovisa och verifiera affärs- och hållbarhetserbjudanden	49
5.2	Rekommendationer och Bioinnovations roll	49
5.2.1	Utllysningar	49
5.2.2	Kunskapslyft	50
5.2.3	Mötesplatser och evenemang	50
5.2.4	Samverkan	50

1 Summary

This project has investigated the concept of biodegradability linked to biobased plastic materials.

The project has surveyed:

- concepts and definitions regarding biodegradability
- standards and certifications
- regulations, frameworks, policies and action plans
- ongoing investments and projects

Furthermore, stakeholder dialogues have been carried out within the project to take part in the stakeholders' views on the area of biodegradable plastic and to understand the state of knowledge, the obstacles and opportunities that exist in the area, and the development needs that can be identified. A number of different actors were invited to participate through interviews, surveys, and participation in roundtable discussions.

A general conclusion is that there is a need to clarify and communicate definitions and criteria regarding biodegradability in order to be able to determine which materials are suitable in which applications. A clear framework is required to drive innovation in the area, and it is a matter of finding out what place the biodegradable plastic has in a future circular economy.

The conclusions that have been drawn from the work have been grouped into the following areas: Driving forces, competence in Sweden, collaboration, material development and the need for control.

When it comes to future initiatives for biodegradable plastics, the following have been identified as important areas:

- developing test methods for different environments
- funding the development of new materials for applications where biodegradable plastic is seen as the best alternative,
- increased knowledge about biodegradable materials throughout the value chain,
- create forums and meeting places for different actors to exchange knowledge and ideas, make contacts, new networks and inspiration and contributing to an increased knowledge regarding biodegradability in different environments,
- increased collaboration between various research projects, industry organizations, decision-makers, and industry.

2 Introduktion

Hur ett material bryts ner är en egenskap som kommit alltmer i fokus, inte minst när det gäller plast. För många applikationer är lång hållbarhet i kombination med mekanisk eller kemisk materialåtervinning vid livscykelns slut att föredra, men för vissa applikationer, som plastfilmer för marktäckning, är (biologiskt) nedbrytbart eller komposterbart material idealiskt.

Drivet av de miljöproblem som plast i hav och på land utgör, utvecklas och säljs bionedbrytbara och komposterbara plastmaterial som alternativ till dagens lösningar. Nedbrytningen av biobaserade eller traditionella polymermaterial under och efter dess livslängd, i naturliga eller konstgjorda miljöer, är dock en komplicerad process. Nedbrytningshastigheten för teoretiskt bionedbrytbar plast kan variera mycket beroende på plats och miljöparametrar, som till exempel typ och mängd mikroorganismer, men också solljus, luftfuktighet, temperatur och andra abiotiska faktorer. Detta kompliceras ytterligare av samspelet mellan dessa miljöparametrar med olika kemiska och fysiska strukturer, materialkombinationer, storlek och form på plastprodukterna. Vissa kemiska strukturer är känsliga för solljus, samtidigt som de är uthålliga mot fukt och mikroorganismer och vice versa. Trots att många studier genomförts runt om i världen är dessa interaktioner fortfarande relativt outforskade. Det finns idag ett stort behov av en djupare förståelse och en möjlighet att kunna prediktera nedbrytningsprocesser för olika material i:

- öppna naturliga miljöer (t.ex. terrestriska, sötvatten- och marina miljöer)
- naturliga miljöer påverkade av människor (t.ex. jordbruksmiljöer)
- konstgjorda miljöer (t.ex. industriell eller hemkompost).

2.1 Uppdraget

Uppdraget ska ge en kunskapsöversikt för vad som är känt när det gäller biobaserade material, från naturliga till syntetiska biobaserade polymerer, och deras bionedbrytbarhet, hur nedbrytbarhet eller biologisk nedbrytbarhet i olika miljöer testas, mäts och certifieras samt vilken efterfrågan på kunskap och metoder som finns hos aktörerna inom den cirkulära bioekonomin. Detta satt i relation till vad som tillämpas för fossilbaserade polymera material. Uppdraget ska identifiera och förankra strategiska utvecklingsbehov, vilka ska kunna användas som underlag för BioInnovations framtida strategiska satsningar.

BioInnovation har vidare satt upp nedanstående sju projektmål för uppdraget:

1. Kartlägga kunskapsläget. Hur definieras nedbrytbarhet av biobaserade material? Vilken nomenklatur används? (exempelvis förpackningar, lim och jordbrukstextil)
2. Kartlägga och sammanställa pågående nationella och internationella satsningar och projekt. Forskningsfront och nyckelaktörer
3. Kartlägga och analysera utvecklingsbehov hos näringslivet via intressentdialoger. Näringslivet kan i detta fall beskrivas som forskningsinstitut, materialtillverkare, produktägare.
4. Skapa en bild av vilka nya direktiv, nationellt och internationellt (EU), kring mål för cirkularitet, klimat och miljö som kommer att påverka frågan bionedbrytbarhet.
5. Kartlägga vilka metoder som finns, vilka standards som kan användas när och vilka som behöver utvecklas
6. Genomföra rundabordsamtal där de identifierade utvecklingsbehoven diskuteras och förankras
7. Rapport som sammanfattar processen och de förankrade strategiska utvecklingsbehoven

Uppdragets förväntade resultat och effekter är en rapport som bland annat belyser följande:

- Förståelse av kompetensen på området inom Sverige
- Drivkrafter som sätter fokus på att förstå nedbrytbarhet
- Förståelse för vilken kunskap och vilka metoder som behövs vid design av nya hållbara materialkoncept.
- Förståelse för vilka kompetenser som behöver samverka för att utveckla området
- Utvecklingsbehov
- Behov av metoder, standarder och certifiering, samt kriterier för att beskriva, redovisa och verifiera affärs- och hållbarhetserbjudanden

2.2 Kortfattad metodbeskrivning

För kartläggningsdelen samlades inledningsvis information om relevanta termer, begrepp, standarder och regleringar in från officiella rapporter som berör bionedbrytbarhet. Definitioner och beskrivningar av termer och begrepp sammanställdes och vid behov inhämtades kompletterande information från andra källor. Specifik information om innehåll i standarder och regleringar har hämtats från originaldokument, rapporter, lagstiftning m.m.

För sammanställning av pågående initiativ gjordes sökningar på ord som "bionedbrytbarhet" och "plast" i projektdatabaser på Vinnovas, Formas, Re:Source och Energimyndighetens webbsidor.

Syftet med intressentdialogen var att få svar på hur olika aktörer upplevde drivkrafter, utmaningar, utvecklingsbehov samt var de största kunskapsluckorna gällande bionedbrytbarhet finns. Ett frågebatteri sammanställdes och möjliga intressenter identifierades som blev erbjudna att antingen svara på en enkät eller bli intervjuade. I ett rundabordsamtal var målsättningen att få ytterligare förståelse för områdets kunskapsluckor och vad som behöver göras framåt för att identifiera kunskapsluckor, utvecklingsbehov m.m. Detta samtal arrangerades digitalt i form av ett Teamsmöte samt en digital whiteboard i form av Miro. Resultaten från intressentdialogen analyserades och sammanställdes.

3 Kartläggning

Nedan följer en kartläggning av kunskapsläget i form av sammanställningar av begrepp och definitioner, sammanställningar över standarder och certifieringar och deras centrala innehåll samt sammanfattning av relevant lagstiftning på området biobaserade och bionedbrytbara material. Även pågående forskningsprojekt har eftersökts och sammanställts.

3.1 Begrepp och definitioner

Inom området för biobaserade och bionedbrytbara material finns väldigt många begrepp som florerar i rapporter, dokument och standarder. Definitionerna för dessa begrepp är till största delen relativt överensstämmande mellan olika källor, men i vissa fall skiljer de sig. Dessa begrepp finns inte ordentligt beskrivna på samma ställe och det är relativt ottydligt hur de förhåller sig till varandra.

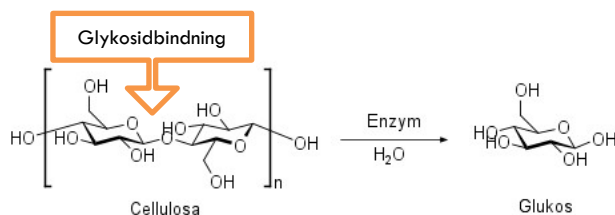
3.1.1 Förklarande inledning till bionedbrytbarhet

Uppdraget gäller biobaserade plastmaterial (både naturliga och syntetiska biobaserade polymerer) och deras bionedbrytbarhet. Det kan alltså vara material baserade på modifierad cellulosa eller stärkelse, och mer traditionella plaststrukturer som polyestrar framställda på syntetisk väg från biobaserade monomerer.

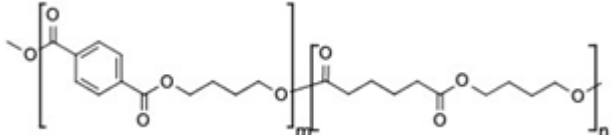
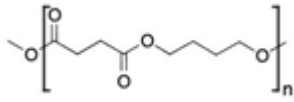
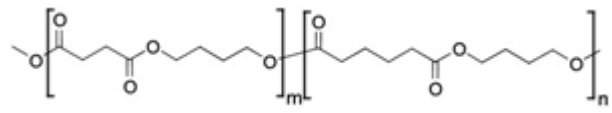
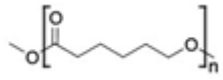
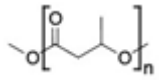
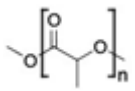
Den strukturella likheten mellan de syntetiska plastmaterial som anses vara bionedbrytbara är att de utgörs av många kemiska bindningar som lätt kan klyvas kemiskt genom att reagera med vattenmolekyler. I naturen underlättas processen oftast med hjälp av mikroorganismernas enzymer vilka ofta är designade för att katalysera sådana så kallade hydrolys-reaktioner.

De i naturen vanligt förekommande polymererna cellulosa och stärkelse består av huvudsakligen mer eller mindre förgrenade kedjor av glukosmolekyler som sitter ihop med enzymatiskt klyvbara så kallade glykosidbindningar.

Figur 1: Biobaserad cellulosapolymer.

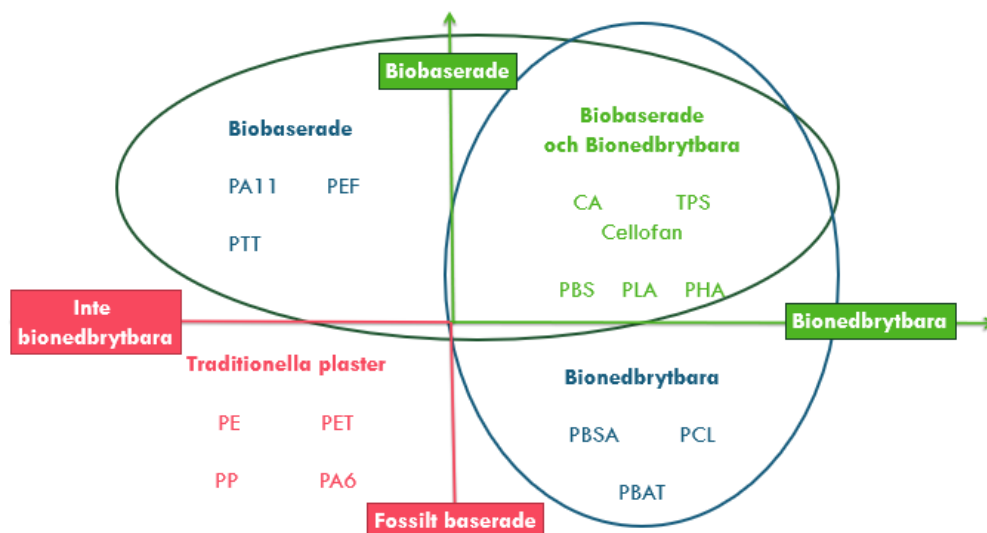


Andra bionedbrytbara material består av linjära polyestrar som antingen är polymerer av alifatiska karboxylsyror och alkoholer som binds ihop med så kallade esterbindningar eller polymerer av ringöppnade cykliska estrar. Även klyvning av flera sådana bindningar kan underlättas av enzymer.

Polymer	Kemiskt namn	Struktur
PBAT	Polybutylenadipat-co-tereftalat	
PBS	Polybutylensuccinat	
PBSA	Polybutylensuccinat-co-adipat	
PCL	Polycaprolacton	
PHA	Polyhydroxy-alkanoat	
PLA	Polylactic acid	

Figur 5 är en illustration över hur dessa polymera material förhåller sig till varandra vad gäller ursprung och nedbrytbarhet.

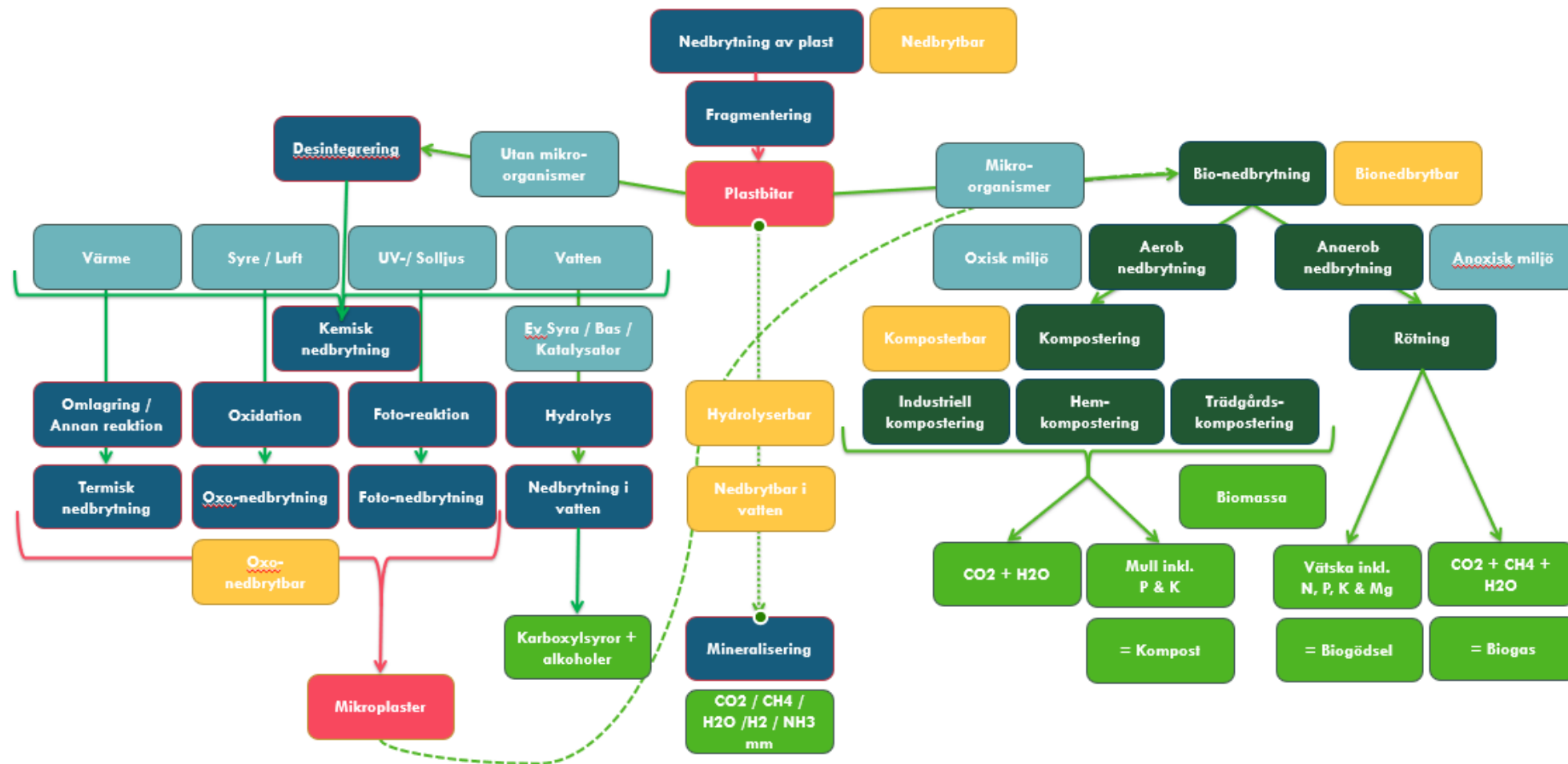
Figur 5: Fördelning av plastpolymerer baserat på graden av bionedbrytbarhet och biobaserat.



3.1.3 Sammanställning av begrepp och innebörder relaterade till nedbrytbar plast

Det finns, som noterat ovan, en mängd begrepp kopplade till nedbrytbarhet och det är komplext att förstå hur de förhåller sig till varandra. Nedan har en modell (baserad på definitionerna listade i tabell 2 och 3) för hur olika former av nedbrytningsprocesser förhåller sig till varandra och vad de genererar, sammanställts.

Figur 6: Modell för de huvudsakliga sambanden mellan olika former av nedbrytning.



I tabell 2, 3 och 4 har dessa begrepp relaterade till nedbrytning och en del andra begrepp relaterade till bioplast sammanställts och beskrivits. Beskrivningarna är i huvudsak hämtade från olika offentliga rapporter eller organisationer som är verksamma inom området. När flertalet källor har en väldigt likartad beskrivning finns bara en gemensam beskrivning och någon eller några utav källorna representerade.

Tabell 2: Beskrivningar av begrepp relaterade till bioplast och nedbrytning

Begrepp	Beskrivning
Bioplast ^{1,2,3,4 mfl}	Biobaserad och/eller bionedbrytbar plast. Kan även avse enbart biobaserad plast.
Biobaserad ^{3,5}	Består helt eller delvis av material gjort av biomassa. Det finns inga krav på hur stor del av plasten som ska utgöras av förnybar råvara för att anses vara biobaserad. Kriterier för biobaserad beskrivs dock i flera standarder.
Biomassa ⁵	Material av biologiskt ursprung. Dock ej material inbäddat i geologiska formationer eller transformerat till fossiliserat material. Biomassa kan ha behandlats mekaniskt, kemiskt eller biologiskt. Kompost (från kompostering) och biogödsel (från rötning) är två former av biomassa.
Kompost ⁶	Biomassa från kompostering. Innehåller relativt höga halter av tillgängligt P och K, men vid användning i jordbruk behövs det kompletteras med mineralgödsel.
Biogödsel ⁷	Biomassa från rötning. Innehåller ofta tillgängligt N, P, K och Mg i paritet med vad som ingår i stallgödsel och vad som ingår i många vanliga mineralgödsel.
Biogas ⁸	Den gasblandning som bildas vid rötning. Den biogas som bildas från rötning innehåller vanligen 55–60 % metan (CH ₄). Resten (40–45 %) är mestadels koldioxid (CO ₂).
Oxisk miljö ⁹	Miljö med tillgång på molekyllär syrgas.
Anoxisk miljö ⁹	Miljö utan tillgång på molekyllär syrgas, men eventuellt med tillgång på annat bundet syre.
Hydrolys ¹⁰	Klyvning av hydrolyserbara kovalenta bindningar (t ex ester-bindningar) genom reaktion med vatten. Hastigheten med vilken bindningarna klyvs kan snabbas på genom tillsats av en katalysator. I kemisk hydrolys används vanligen en syra, en bas eller annan kemisk förening. I enzymatisk hydrolys tillsätts enzymer eller mikroorganismer som också kan snabba på reaktionen. Processens hastighet påverkas främst av den kemiska strukturen, men även av temperatur, tryck, pH, närvaro av katalysator eller enzym, salthalt och löslighet i vatten.

¹ European bioplastics: <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/> (2022-05-11).

² Biodegradability of plastics in the open environment, SAPEA, 2020: <https://www.sapea.info/wp-content/uploads/bop-report.pdf> (sid 31).

³ Det går om vi vill – Förslag till en hållbar plastanvändning, SOU 2018:84: <https://data.riksdagen.se/fil/5B7F1A34-E49F-4690-B60A-19933784CCB7> (avsn 1).

⁴ Relevance of Biodegradable and Compostable Consumer Plastic Products and Packaging in a Circular Economy, EU, 2020: <https://op.europa.eu/sv/publication-detail/-/publication/3fde3279-77af-11ea-a07e-01aa75ed71a1> (avsn 2).

⁵ Standard: EN 16575:2014 Biobaserade produkter – Terminologi.

⁶ Kompost: <http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?refid=142> (2022-05-23)

⁷ Biogödsel = rötrest: <http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?refid=165> och <https://www.biogodsel.se/vad-ar-biogodsel/> (2022-05-23).

⁸ Biogas: <http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?refid=166> (2022-05-23).

⁹ Oxisk och anoxisk: Grundläggande kemiska begrepp, som inte tydligt beskrivs i undersökta dokument.

¹⁰ Hydrolys: Grundläggande kemiskt begrepp - <https://www.britannica.com/science/hydrolysis> (2022-05-23).

Begrepp	Beskrivning
Oxidation ¹¹	Kemisk reaktion där en atom lämnar ifrån sig en elektron (oxideras) till en annan atom (denna andra atom kommer då att reduceras). I relation till plast betyder det förenklat att ett kol i polymeren förlorar ett väte och får ett syre. Denna förändring möjliggör fortsatt nedbrytning och klyvning av bindningar. Processens hastighet påverkas av den kemiska strukturen samt tillgång på luft (syrgas) och värme.
Foto-oxidation ¹²	Kemisk reaktion där det är UV-ljus (solljus) som orsakar en förändring i strukturen. Denna förändring skapar en reaktiv punkt (radikal) i polymeren som möjliggör fortsatt nedbrytning vanligen genom addition av syre som nästa steg. Processens hastighet påverkas av den kemiska strukturen samt intensiteten i ljuset.
Termo-oxidation ¹³	Liknande kemiska process som foto-oxidation fast det är värme som är orsaken till bildningen av den reaktiva punkten (radikalen).
Mikroplast ³	Små plastpartiklar mindre än 5 mm i sin största dimension som är olösliga i vatten. Den undre gränsen för partikelstorlek varierar men 1 µm är ett passande alternativ som finns i litteraturen.

Tabell 3: Beskrivningar av olika former av nedbrytning.

Begrepp	Beskrivning / Process	Kriterier / Betingelser	Innehåll / Primära nedbrytningsprodukter
Nedbrytning ³	En irreversibel process som innebär en fysisk eller kemisk ändring i polymeren till följd av olika miljöfaktorer. All plast som utsätts för miljöfaktorer under en längre tid kommer alltid att brytas ned delvis och generera mikroplaster, men för att fullständig nedbrytning ska ske i miljön krävs att polymererna också kan brytas ned ytterligare av mikroorganismer, dvs bionedbrytning.	Tid, solljus (UV-ljus), värme, fukt/vatten, kemiska förhållanden och/eller mikroorganismer.	→ Plastbitar, mikroplaster (polymerbitar), större molekyler, små molekyler, CO ₂ , H ₂ O, CH ₄ (anaerobt) mm.
Nedbrytbar ³	Alla polymerer är nedbrytbara, även om tiden det tar för en plast att brytas ner i miljön är mycket lång. Plaster är olika känsliga för olika påverkan från yttre miljö som solljus, värme och syre och stabiliseras därför på olika sätt för att inte brytas ner för snabbt. Tex med uv-stabilisatorer, anti-oxidanter och värmestabilisatorer. Det som skiljer plast som kallas för "nedbrytbar" och traditionella, mer beständiga plaster är tiden nedbrytningen tar.	Med nedbrytbar plast avses plast som tillverkas för att kunna brytas ner under specifika förhållanden och som marknadsförs såsom "nedbrytbar", "bionedbrytbar" eller "komposterbar". Se vidare i avsnitt 3.1.4.	→ Plastbitar, polymerbitar, större molekyler, små molekyler, CO ₂ , H ₂ O, CH ₄ (anaerobt) mm.
Desintegrering ^{2, 14}	Sönderdelning, söndermulning till mycket små partiklar dvs nedbrytning utan mikroorganismer.	Mekanisk nötning	→ Delvis nedbrutet material som polymerbitar, plastbitar.
Fragmentering ³	Fragmentering kan ske på produktnivå när plastprodukter slås eller faller sönder till plastbitar. På materialnivå innebär det att polymeren kemiskt bryts ner till polymerfragment. Detta är den inledande delen i nedbrytningsprocessen. <i>Detta är inte bionedbrytning utan mekanisk eller kemisk nedbrytning.</i> Fragmenteringen av plastskräp i den marinamiljön är störst vid direkt exponering av solljus vid strandkanten. Högre temperaturer och närvaro av syre ökar fragmenteringen, likaså nöttningsprocesser till exempel genom vågornas aktivitet.	Mekanisk nötning, solljus, syre, värme, vatten	→ Delvis nedbrutet material som polymerbitar, plastbitar. Kan vara mikroplast.

¹¹ Oxidation: Grundläggande kemiskt begrepp.

¹² Foto-oxidation: Grundläggande kemiskt begrepp - [https://doi.org/10.1016/0165-2370\(89\)85037-5](https://doi.org/10.1016/0165-2370(89)85037-5)

¹³ Termo-oxidation: Grundläggande kemiskt begrepp - <http://polymerdatabase.com/polymer%20chemistry/Thermal%20Degradation.html> (2022-06-20).

¹⁴ Standard ISO 17088 Biobaserade produkter – Terminologi.

Begrepp	Beskrivning / Process	Kriterier / Betingelser	Innehåll / Primära nedbrytningsprodukter
Mineralisering ³	Innebär fullständig nedbrytning av den ursprungliga polymeren vilket kräver särskilda miljöförhållanden. Beroende på typ av polymer kan nedbrytningen ske till exempelvis koldioxid, vatten, metan, väte, ammoniak och andra enkla oorganiska föreningar. Mineralisering kan vara resultatet av både abiotisk och mikrobiell aktivitet.	Solljus, syre, värme, vatten och mikroorganismer	→ Minsta möjliga beståndsdelar: CO ₂ , H ₂ O, CH ₄ , H ₂ , NH ₃ + andra enkla oorganiska ämnen. Inga rester av större molekyler eller fragment.
Bionedbrytning ³	Innebär delvis eller fullständig nedbrytning av en polymer till följd av aktivitet från mikroorganismer (bakterier, svampar och alger) eller enzymer i exempelvis människokroppen. Sannolikheten för att bionedbrytning ska ske och omfattningen av den beror förutom rådande miljöförhållanden även på typ av polymer. Ofullständig bionedbrytning kan leda till mikroplast och andra syntetiska nedbrytningsprodukter.	Nedbrytning med hjälp av mikroorganismer utan konstgjorda tillsatser. Processen påverkas av faktorer som temperatur, material Aerobt = kompostering Anaerobt = rötning	→ Koldioxid (+ metan) + biomassa + vatten + mineralsalt + lågmolekylära syror
Biologiskt nedbrytbar = Bionedbrytbar ¹⁵	Plast som marknadsförs som "bionedbrytbar" kräver specifika miljöförhållanden för att mineraliseras, det vill säga fullständigt brytas ner till koldioxid, vatten och biomassa med hjälp av mikroorganismer. Det ser olika ut i olika miljöer: Jord, sötvatten, marint, avloppsslam mm.	Nedbrytbar med hjälp av mikroorganismer utan konstgjorda tillsatser. Kriterier finns för olika specifika betingelser beskrivs i standarder. Se vidare i avsnitt 3.1.4.	→ Koldioxid (+ metan) + biomassa + vatten + mineralsalt + lågmolekylära syror
Aerob nedbrytning ¹⁶	Mikroorganismer som bryter ned organiskt material i närvaro av molekyllär syrgas.	Mikroorganismer i närvaro av syrgas.	→ Koldioxid + vatten + kompost
Anaerob nedbrytning ¹⁶	Mikroorganismer som bryter ned organiskt material i frånvaro av molekyllär syrgas. De använder i stället exempelvis svavel i sin metabolism.	Mikroorganismer i frånvaro av syrgas.	→ Biogas + biogödsel
Rötning ^{3, 17}	Anaerob nedbrytning av organiskt material av mikroorganismer i syrefri (anoxisk) miljö. Vid rötning bildas då även metan (biogas), ifr med kompostering. Det finns olika typer av röttningsprocesser som främst skiljs åt av deras temperatur. Hydrolys till socker och aminosyror → fermentering till alkoholer, fettsyror och vätgas → mikroorganism-inducerad bildning av metan och koldioxid Plaster som marknadsförs som nedbrytbara är i dagsläget främst avsedda att behandlas genom en industriell kompostering. Eftersom förhållandena skiljer sig åt mellan en kompost- och en röttningsprocess kan de flesta plaster som bryts ner i en industriell kompost inte brytas ner genom rötning.	Anaerob process med mikroorganismer som påverkas av temperatur, vattenhalt, pH-värde (7-8) och sammansättning av rötmassa: Mesofil rötning (25-40°C) Termofil rötning (50-60°C) 15-30 dagar	→ Biogas (55-65% metan + 35-45% koldioxid) + N ₂ , NH ₃ , H ₂ S och rötrest (= biogödsel) Förhållandet och mängden beror på omständigheterna. Mest metan får man i en rötkammare.
Kompostering ^{3, 18}	Nedbrytning av organiskt material av mikroorganismer i närvaro av syre (aerobt). Kompostering innebär att särskilda miljöförhållanden råder (för vattenhalt, syrehalt, pH, temperatur och kol-kvävekvot). Det finns olika typer av kompostering:	Aerob process i närvaro av luft med mikroorganismer som påverkas av temperatur, fukt, pH och sammansättning av biologiskt material.	→ Koldioxid + vatten + kompost

¹⁵ TÜV Austria: <https://www.tuv-at.be/green-marks/certifications/ok-biodegradable/>

¹⁶ Aerob och anaerob: <https://www.situbiosciences.com/biodegradation/aerobic-biodegradation/> (2022-05-23).

¹⁷ Rötning: <http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?refid=96> och <https://www.avfallsverige.se/avfallshantering/avfallsbehandling/biologisk-atervinning/> (2022-05-23).

¹⁸ Kompostering: <http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?refid=95> och <https://www.avfallsverige.se/avfallshantering/avfallsbehandling/biologisk-atervinning/> (2022-05-23).

Begrepp	Beskrivning / Process	Kriterier / Betingelser	Innehåll / Primära nedbrytningsprodukter
Komposterbar ^{3, 4, 19}	Majoriteten av bionedbrytbara plaster är komposterbara under specifika förhållanden. Plasten bryts ner via en biologisk process under kompostering, och resulterar i bildandet av koldioxid, vatten, och biomassa, med en hastighet som överensstämmer med andra kända, komposterbara material och inte lämnar något visuellt urskiljbara eller giftiga rester.	Kriterier finns för olika specifika betingelser beskrivs i standarder. Se vidare i avsnitt 3.1.4.	→ Koldioxid + vatten + kompost
Trädgårds-kompostering ^{3, 20}	Består vanligtvis av löv, grenar och annat trädgårdsavfall.	Mikroorganismer, luft, löv, grenar, trädgårdsavfall	→ Koldioxid + vatten + kompost
Hemkompostering ^{3, 20}	Enligt nuvarande standard är hemkompostering en komposteringsprocess som utförs av en privatperson i syfte att producera kompost för eget bruk. Skillnaden i dagligt tal mot trädgårdskompost är att hushållet lägger ner matavfall och oftast använder en kompostbehållare.	Mikroorganismer, luft, matavfall i en kompostbehållare	→ Koldioxid + vatten + kompost
Industriell kompostering ^{3, 20}	Även kallad central kompostering. Sker i stor skala under kontrollerade och optimerade betingelser.	Mikroorganismer, syrgas, optimerade förhållanden för kompostering med tillförd syrgas, temperatur	→ Koldioxid + vatten + kompost
Kemisk nedbrytning ²¹	Klyvning av kovalenta bindningar som resulterar i att nya ämnen bildas. I polymerer avses klyvning av bindningar genom hydrolys, oxidation eller en radikalprocess. Dessa betingelser kan komma från vatten, UV-ljus, syrgas, värme och diverse kemiska ämnen.	Olika kemiska ämnen, inga mikroorganismer, dvs abiotiskt.	→ Karboxylsyror + alkoholer → Ev Koldioxid + kolväten + nya karboxylsyror
Hydrolyserbar = Nedbrytbar i vatten ²	Hydrolyserbar i närvaro av vatten utan tillsats av katalysator, enzymer eller mikroorganismer. I praktiken kommer vattnet inte vara fritt från ämnen som kan katalysera hydrolysen och för nedbrytning av plast i miljön finns flera relevanta miljöer: Sötvatten, havsvatten och slam eller sediment	Vatten Kriterier finns för olika specifika betingelser beskrivs i standarder. Se vidare i avsnitt 3.1.4.	→ Oligomerer av kolhydrater / Enkla kolhydrater / Karboxylsyror / alkoholer
Termisk nedbrytning ^{13, 22}	Alla nedbrytningsprocesser påskyndas av ökad värme. För termoplaster sker termisk nedbrytning huvudsakligen vid smälttemperaturen.	Värme → Aktivering → Reaktion (t ex oxidation) → Klyvning	
Fotonedbrytning ²	Klyvning av bindningar till följd av aktivering (bildning av radikal) orsakad av UV-ljus.	Solljus → Aktivering (bildning av radikal) → Reaktion (t ex oxidation) → Klyvning	
Oxonedbrytning ^{3, 4}	Nedbrytningsprocess som sker till följd av en oxidativ klyvning av makromolekyler, såsom polymerer. Denna typ av mikroplastgenererande nedbrytning sker alltså även i lättare nedbrytbara polymerer som exempelvis de bionedbrytbara, med skillnaden att de bionedbrytbara mikroplasterna även tas om hand av mikroorganismer.	→ Oxidation → Klyvning	→ Mikroplaster
Oxonedbrytbar ^{2, 3, 4}	Vanliga, mer beständiga, polymerer (som PE och PP) tillverkade med tillsats av ett metallsalt (av kobolt, mangan, järn, nickel eller cerium) som skyddar på nedbrytningen till mindre plastbitar genom en kemisk oxidation (i närvaro av syre) av polymerkedjorna till följd av UV-ljus.	Kriterier beskrivs i standard: >60% nedbrutet efter 2 år 40%. Se vidare i avsnitt 3.1.4.	→ Mikroplaster

¹⁹ Komposterbar: <https://www.eea.europa.eu/publications/biodegradable-and-compostable-plastics> (2022-05-23).

²⁰ Trädgårds-, hem- och industriell kompostering: <https://www.tuv-at.be/green-marks/certifications/ok-compost-seedling/> (2022-05-23).

²¹ Kemisk nedbrytning: Grundläggande kemiskt begrepp - <https://www.lawinsider.com/dictionary/chemical-degradation> (2022-05-23).

²² Termisk nedbrytning: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-3145-9.00002-6>, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-37468-2.00022-1>, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-22108-5.00002-3>

Tabell 4: Beskrivningar av begrepp relaterade till standarder.

Begrepp	Beskrivning
Inokulum ^{2, 23}	Det medium där mikroorganismerna finns och där de är tänkta att växa till
Metanogent inokulum ²⁴	Inokulum med mikroorganismer som är effektiva på att tillverka metangas.
Mulchingprodukter ²⁵	Hackade växtdelar som kan användas för marktäckning eller spridas ut i gräsmattan och fungera som fuktbevarare och gödsel.
Mesokosm ²⁶	Används för att beskriva experimentella betingelser som ska efterlikna en naturlig miljö, dvs ett mellanting mellan en fältstudie och laboratoriestudier.
Bentisk zon ^{2, 27}	Haven delas upp i flera ekosystem som benämns zoner. Den bentiska zonen som omfattas av havsbotten.
Littoral zon ²⁸	Den bentiska zonen delas upp i flera delar och den littoral zonen är del av havsbotten som ligger närmast stranden. Detta område kan också kallas tidvattenzonen om det är en sådan plats.
Sublittoral zon ^{2, 29}	Den del av havsbotten som ligger nedanför den littoral zonen, dit solljus når, benämns sublittoral zon.
Eulittoral zon ^{2, 30}	Den del av den littoral zonen som utgörs av sandig tidvattenzon benämns eulittoral zon.
Mesofilt och termofilt område ³¹	37–42°C respektive 50–55°C

²³ Inokulum: <https://en.wikipedia.org/wiki/Inoculum> (2022-06-20), <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64046-8.00154-3>

²⁴ Metanogent inokulum: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00778>

²⁵ Mulching: <https://www.wexthuset.com/fakta-och-rad/om-odling-och-skotsel-av-tradgard-och-vaxter/odlingstips-for-tradgard-balkong-och-inne/tackodling-mulching-odlingsmetod> (2022-05-23).

²⁶ Mesokosm: <https://en.wikipedia.org/wiki/Mesocosm> (2022-06-20).

²⁷ Bentisk zon: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Hav> (2022-03-22).

²⁸ Littoral zon: https://en.wikipedia.org/wiki/Littoral_zone (2022-03-22).

²⁹ Sublittoral zon: <https://www.encyclopedia.com/earth-and-environment/ecology-and-environmentalism/environmental-studies/sublittoral-zone> (2022-03-22).

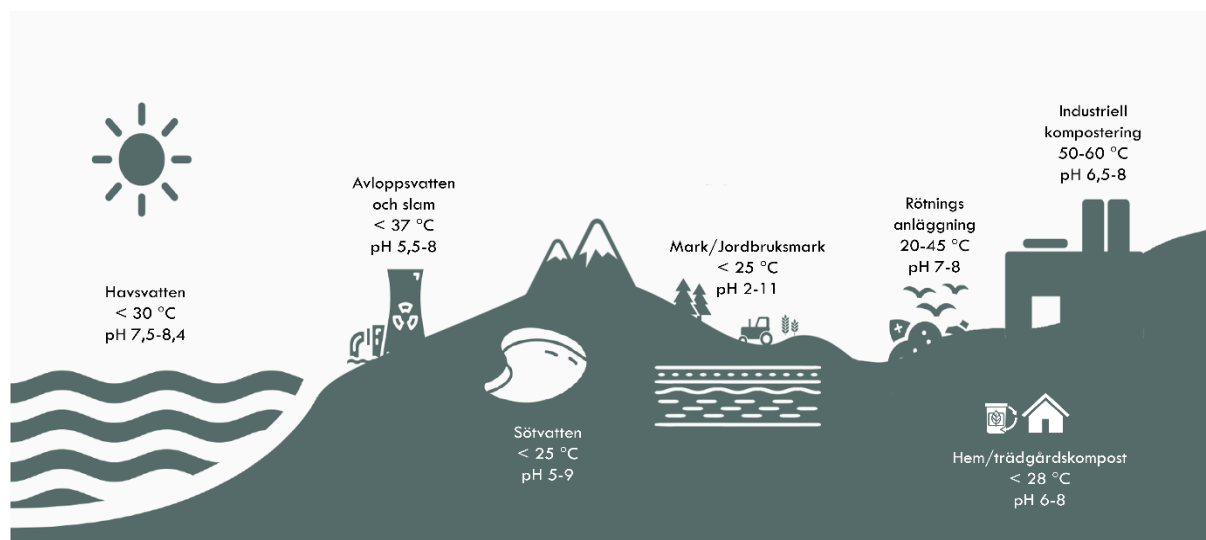
³⁰ Eulittoral zon: <https://www.encyclopedia.com/earth-and-environment/ecology-and-environmentalism/environmental-studies/eulittoral-zone> (2022-03-22).

³¹ Mesofilt och termofilt: <https://www.avfallsverige.se/aktuellt/nyhetsarkiv/artikel/termofil-eller-mesofil-rotning-av-matavfall-vad-ar-bast/> (2022-03-22).

3.1.4 Bionedbrytbarhet i olika miljöer

Bionedbrytbara plastprodukter och material är ofta anpassade för att brytas ned i en specifik miljö men det är inte säkert att de hamnar i den miljö som den är avsedd för. I vissa fall kan en produkt potentiellt hamna i flera olika miljöer.

Figur 7: Översikt över olika miljöförhållanden för bionedbrytbar plast.



Nedbrytbarheten i olika miljöer skiljer sig markant och påverkas av ett antal parametrar, exempelvis temperatur, fukthalt, pH, syretillförsel samt tillgång på mikroorganismer där biologisk nedbrytning sker. I denna kartläggning har ett antal miljöer identifierats och kategoriserats på följande sätt:

1. **Öppna naturliga miljöer** - exempelvis marina saltvattensmiljöer, sötvattensmiljöer som sjöar och floder, terrestriska markmiljöer som skogsmark och gräsmark.
2. **Naturliga miljöer påverkade av människor** - Av människan påverkade naturliga miljöer såsom avloppsslam och jordbruksmark.
3. **Konstgjorda miljöer** - som exempelvis röttningsanläggningar, industriell kompostering eller hem- och trädgårdskompost.

Dessa olika miljöer och dess olika karaktäristiska förutsättningar beskrivs mer i detalj i följande tabell där det finns. Exempelvis är det stor skillnad på avloppsslam jämfört med en sötvattensmiljö där det går att säkerställa både högre temperaturer och en större koncentration av mikroorganismer i avloppsslam än vad som är vanligt förekommande i sötvatten.

Tabell 5: Beskrivning av olika miljöer och förutsättningar för nedbrytbarhet³²

Miljö	Exempel	Karaktäriserad miljö
Öppna naturliga miljöer		
HAVSVATTEN 	Havsbotten Ytvatten Strandkant	Plast som flyter på ytan utsätts för förhållandevis högre temperaturer, UV-ljus och syre från luften. Detta kan påskynda deras abiotiska nedbrytning. Detsamma gäller för den bentiska zonen där solljus kan nå havsbotten. I djupa vatten reduceras fotodegradation och termo-oxidativ nedbrytning på grund av UV-tillgänglighet och begränsningar av syretillförsel samt relativt låga temperaturer. Polymerernas hydrolyshastighet i saltvatten påverkas av lägre koncentrationer av mikroorganismer och är beroende av organismernas förmåga att hålla sig till polymerytan.

³² Nova Institute, BioSinn - Products for which biodegradation makes sense, 2021.

SÖTVATTEN 	Sjöar Floder Våtmark	För sötvatten kan temperaturerna variera kraftigt beroende på geografi, säsong och vattendjup. Det kan också skilja sig mellan rinnande vatten och stilla vatten. pH-värdet för sötvatten är mellan fyra och nio. Svampar och bakterier står för den mesta av den biologiska nedbrytningen i sötvatten, även om svampar är mindre utbredda. Detta faktum, och generellt låg omgivningstemperatur, hämmar avsevärt plastens biologiska nedbrytbarhet.
MARK 	Skogsmark Gräsmark Fjällmiljö Öken	Det finns en uppsjö karakteriserade markmiljöer där förutsättningar för bionedbrytbarhet beror på om plasten är ovan eller under jord och utsätts för solljus. Stora skillnader i temperatur, jordtyp, pH-värde och tillgängliga mikroorganismer påverkar också. Markförhållanden som är lämpliga för växtodling är också ofta idealiska för biologiskt nedbrytbara material på grund av den vanligtvis höga närvaron av mikroorganismer Vissa jordar är våtare och har en högre andel mikroorganismer än andra. Det kan också finnas temperaturskillnader; snö och frost är faktorer som kan hindra graden av biologisk nedbrytning. Beroende på nederbörd och klimat kan temperaturen fluktuerar och pH-värden kan variera från två till elva. Två vanligt förekommande exempel på markmiljöer där biologisk nedbrytning är extra svårt är asfalt och skogsmark. Förutsättningarna för biologisk nedbrytning är mycket krävande i båda miljöerna. För asfalt finns det knappast några mikroorganismer som skulle kunna stödja biologisk nedbrytning vilket gör nedbrytning omöjligt. Även i skogsmark är det svårt för biologisk nedbrytning av plastprodukter och kan inte jämföras rakt av med jordbruksmark. Vattenförhållanden i marken och därmed mängden mikroorganismer varierar beroende på typ av vegetation, kupering, trädsorter samt om det är sand eller lerjord. Mer extrema livsmiljöer – som till exempel öknar, tundra eller fjällmiljöer kommer med största sannolikhet att ge upphov till långsamma eller extremt långsamma nivåer av biologisk nedbrytning av plast.
Naturliga miljöer påverkade av människor		
AVLOPPSVATTEN OCH SLAM 	Avloppsvatten Rötslam	Avloppsvatten går genom avloppssystemet till reningsverk där det genomgår mekaniska, fysiska och kemiska processer. Det finns även steg där ämnen i avloppsvatten bryts ned biologiskt. Avloppsslammet separeras slutligen från det behandlade vattnet. Rötslam från avloppsvatten används vanligtvis som gödningsmedel på åkrar och hamnar därmed i jordbruksmark. Slammet innehåller organiskt material och andra näringsämnen, avloppsslam ger optimala tillväxtförhållanden för mikroorganismer. De mikrobiella förutsättningarna är därför betydligt högre än för färskvatten eller saltvatten. Beroende på om avloppsslammets sammansättning och bearbetningsförhållandena, nedbrytning kan vara aerob eller anaerob. Temperaturer mellan 37 °C och 50 °C anses vara fördelaktiga. Det renade vatten släpps ut i miljön, vanligtvis i färskvatten, och därifrån kan vattnet också återvända till havet.
JORDBRUKSMARK 	Jordbruksmark	Plast som är begrävd i jorden utsätts inte för UV-strålar från solen som är nödvändig för fotodegradation som initierar ytterligare nedbrytning. Vissa studier tyder på att fotodegraderingen är en kedjereaktion och nedbrytningen kan fortsätta i polymerer i marken efter exponering för UV-ljus. Nedbrytning är resultatet av verkan av naturligt förekommande mikroorganismer, som kan variera för olika jordtyper. I djupare delar av jorden begränsar anaeroba förhållanden termooxidativ nedbrytning.
Konstgjorda miljöer		
INDUSTRIELL KOMPOST 	Industriella komposteringsanläggningar	Plast bryts ned i industriella anläggningar med hjälp av temperaturer och mikroorganismer anpassade för att verka under kontrollerbara förhållanden. I dessa anläggningar sker kompostering under hög temperatur (ca 60 °C), hög luftfuktighet, och kompostmaterialets sammansättning samt tillförsel av syre kan optimeras. Under dessa förhållanden är nedbrytningsprocessen mycket effektiv och tar bara några veckor, beroende på vilken plast som avses.
RÖTNING 	Industriella rötningsanläggningar	Liksom industriella komposteringsanläggningar kan industriella rötningsanläggningar också kännetecknas av kontrollerbara och anpassade förhållanden med relativt höga temperaturer från 20-45°C och en naturlig tillgång av mikroorganismer. Normalt bör processen ha ett pH på ca 7-8 för att de aktiva organismerna ska överleva. Däremot kan de faktiska förutsättningarna skilja sig mellan olika anläggningar då de kan vara utformade på olika sätt.

HEMKOMPOST 	Hemkompost Trädgårds- kompost	Hemkompostering och trädgårdskompostering används av privatpersoner eller lantbrukare att hantera köks- eller trädgårdsavfall. Förhållandena här kan skilja sig mycket, eftersom de inte lätt kan kontrolleras. I allmänhet är temperaturen och luftfuktigheten mycket lägre än i en industriell komposteringsanläggning, utan möjligheter till kvalitetskontroll. Andelen svampar och bakterier påverkas av flera faktorer som väderförhållanden och komposteringsmetoder. För plast att brytas ned i hemkompost tar betydligt längre tid än i industriell kompostering. Vissa biobaserade plastmaterial behöver högre temperaturer att för nedbrytning än vad hemkompostering kan uppnå.
--	--	--

3.2 Standarder, testmetoder och certifieringar för bionedbrytbarhet

Standardisering används för att uppnå jämförbarhet genom att definiera procedurer, förhållanden och testvillkor för att hjälpa intressenter, som exempelvis konsumenter och tillsynsmyndigheter att fatta informerade beslut. När det gäller bionedbrytbarheten hos plaster definieras detta genom standardiserade testmetoder. Genom att använda standardiserade testmetoder ges en detaljerad anvisning om hur specifika tester bör utföras vilket resulterar i ett testresultat som är representativt och jämförbart med andra produkter och därmed grunden för att certifiera något som biologiskt nedbrytbar. På grund av att biologisk nedbrytning är en komplex process som påverkas av olika faktorer är en viktig aspekt hur nedbrytbarhet eller biologisk nedbrytbarhet i olika miljöer testas, mäts och certifieras. I detta avsnitt ges en beskrivning av relevanta standardiseringsorgan och organisationer som ger ut certifikat för bionedbrytbar plast, vilka standarder och testmetoder som finns för bionedbrytbar plast, samt en översikt av de vanligaste standarderna och certifieringarna inom detta område.

3.2.1 Standardiseringsorgan och organisationer

Det finns en rad standardiseringsorgan och organisationer för certifieringar när det gäller bionedbrytbarhet och relaterade områden. De består av både internationella och nationella organisationer.

Tabell 5: Översikt standardisering- och certifieringsorgan

Standardiseringsorgan	Beskrivning
International Organization for Standardization (internationell)	International Organization for Standardization (ISO) är en internationell icke-statlig organisation som består av nationella standardiseringsorgan; Den utvecklar och publicerar ett brett spektrum av industriella och kommersiella standarder och består av representanter från olika nationella standardiseringsorganisationer. Mycket av utvecklingsarbetet gällande bionedbrytbar plast sker för i arbetsgrupp 14 kopplat till Miljöaspekter med område som täcker biologisk nedbrytbarhet, biobaserad, mikroplast och återvinning.
European Committee for Standardization (European Unionen)	European Committee for Standardization (CEN). Europeiska standardiseringskommittén samlar de nationella standardiseringsorganen i 33 europeiska länder. Organisationen skapar en plattform för utveckling av europeiska standarder och andra tekniska dokument om olika typer av produkter, material, tjänster och processer.
OECD – Guidelines for the Testing of Chemicals	Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) :s riktlinjer för testning av kemikalier är en samling av cirka 150 av de mest relevanta internationellt överenskomna testmetoderna som används av myndigheter, industri och oberoende laboratorier för att identifiera och karakterisera potentiella faror med kemikalier. De är en uppsättning verktyg som främst används i regulatoriska säkerhetstester och efterföljande kemikalie- och kemikalieproduktanmälan, kemisk registrering och vid kemisk utvärdering. De kan också användas för urval och rangordning av kandidatkemikalier under utveckling av nya kemikalier och produkter samt inom toxikologiforskning. Denna grupp av tester täcker miljöns öde och beteende. År 2017 döptes avsnitt 3 "Nedbrytning och ackumulering" om till "Environmental fate and behaviour" för att ta hänsyn till testriktlinjer som mäter slutpunkter som dispersion, aggregering.
American Society for Testing and Materials (USA)	American Society for Testing and Materials (ASTM) International är en av de mest välkända amerikanska aktörerna inom standarder med stor internationell betydelse. ASTM var den första aktören att utveckla standarder för bionedbrytbara plaster tidigt 1990 tal. Delar av de standarder som organisationen har utvecklat har införlivats med amerikansk federal lagstiftning eller i andra länder.

Standardiseringsorgan	Beskrivning
Afnor group (Frankrike)	Afnor (NF) är den franska nationella organisationen för standardisering och representerar Frankrike och dess medlemsorgan i ISO. AFNOR Group utvecklar sin internationella standardiseringsverksamhet, informationsförsörjning, certifiering och utbildning genom ett nätverk av viktiga partners i Frankrike som är medlemmar i föreningen.
Ente Nazionale Italiano di Unificazione (Italien)	Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI) är ett italienskt standardiseringsorgan i form av en privat ideell organisation som grundades 1921 och erkänns av staten och Europeiska unionen, för att studera, utveckla, godkänna och publicera frivilliga standarder. UNI är verksamt när det gäller standardisering i de flesta sektorer alla sektorer inklusive industri-, handels- och tjänstesektorer. UNI-medlemmar är företag, yrkesverksamma, föreningar, myndigheter, forskningscentra och skolor. UNI representerar Italien vid organisationerna European Standardisation (CEN) och international (ISO).
Standards Australia	Standards Australia (AS) är en standardiseringsorganisation som grundades 1922 och erkänns genom ett samförståndsavtal med australiensiska regeringen som det primära icke-statliga standardiseringsorganet i Australien. Standards Australia utvecklar internationellt anpassade australiensiska standarder (AS) och deltar i standardrelaterade aktiviteter. Standards Australia and Standards New Zealand arbetar tillsammans för att utveckla gemensamma standarder (AS/NZS). AS representerar Australien inom ISO.
Svenska Institutet för standarder	Svenska Institutet för Standarder (SIS) representerar Sverige i både europeisk (CEN) och internationell (ISO) standardisering inom bionedbrytbar plast och nedbrytbarhet, med både plast som material och förpackning som produkt.
DIN Certco/ TÜV Rheinland	DIN Certco tillhör tyska TÜV Rheinland Group och är certifieringsorgan för utfärdande av DIN-certifikat och ytterligare certifieringsmärkningar. Det är ett av de ledande certifieringsorganen när det kommer till bionedbrytbar plast och erbjuder certifieringar för industriellt komposterbar plast
Vincotte/ TÜV Austria	TÜV Austria Group är en ledande internationell institution för certifieringar relaterade till biobaserade, biologiskt nedbrytbara och komposterbara produkter. Koncernen köpte 2017 upp Vincottes certifieringsverksamhet. Vincotte OK Biobased, OK Compost och OK Biologiskt nedbrytbara certifieringssystem har sedan dess uppgått under TÜV Austrias varumärke. Certifikat finns för komposterbar plast, baserad på industriell kompostering samt certifikat för plast som kan komposteras i hemkompostering. Vincottes certifikat beaktar att det kan förekomma skillnader i biologisk nedbrytning som kan variera beroende på miljö och utfärdar därför certifikat för plast som är biologiskt nedbrytbar i olika miljöer såsom jord, vatten samt för havsvatten
European Bioplastics - Seedling	Seedling-logotypen är ett registrerat varumärke som ägs av European Bioplastics. Märkningen intygar att en produkt är industriellt komposterbar enligt den europeiska standarden och certifieras av DIN Certco eller av TÜV Austria.
Biodegradable Products Institute (BPI, USA)	Produkterna testas i godkända, oberoende laboratorier. BPI kontrollerar uppgifterna för att verifiera att produkterna uppfyller kraven i angivna standarder. Ett godkänt certifikat innebär att en produkt kommer att vara biologiskt nedbrytbar helt under angiven tidsram tillsammans med kraftpapper, gårdsbeskrifningar och matrester.

Tabell 6: Översikt relevanta befintliga standarder för bionedbrytbar plast

MILJÖ	Relevanta befintliga standarder	Beskrivning av befintliga standarder	Begränsningar i nuvarande standarder/ testmetoder	Återspeglning av nedbrytning enligt laboratorietest-metoder till verkliga miljöer	Utvecklingsbehov (behövs det nya standarder och testprotokoll)
ÖPPNA NATURLIGA MILJÖER					
HAVSVATTEN 	ISO 18830:2016 ISO 19679:2016 ISO 22403:2020 ASTM D6691- 09 ASTM D7473- 12 ASTM D7991-15 (ASTM D708117)	Det finns ingen aktuell internationellt erkänd standard för biologisk nedbrytning i den marina havsmiljön. Befintliga standarder fokuserar på att mäta omvandlingen från plast till koldioxid där gränserna sträcker sig från 60 till 70% under en period av 3 månader (ASTM D6691-09), 6 månader (ASTM D7473-12) eller 24 månader (ISO 18830, ISO 19679, ASTM D7991-15) under aeroba förhållanden.³³ Certifiering av marin biologiskt nedbrytbar plast baseras framförallt på ASTM D7081 och D6691.³⁴ Den amerikanska ASTM-standard för biologiskt nedbrytbar plast i den marina miljön - ASTM D708117 - drogs tillbaka 2014 och har ännu inte ersatts. ASTM D 6691 Standardtestmetod för bestämning av aerob biologisk nedbrytning av plastmaterial i den marina miljön av ett definierat mikrobiellt konsortium eller naturlig havsvatteninokulum För den marina miljön har vissa nya ISO-standarder lanserats och vissa har ändrats, baserat på befintliga ASTM-standarder under de senaste åren. För laboratorietester diskuterades anpassningar som slutfördes i november 2020. Tank- och mesokosmtestmetoder är tillgängliga eller under översyn.³⁵ Fälttester finns tillgängliga för havsytan, strandmiljö (sandiga intertidala livsmiljön), det sandiga grunda havsbotten och för vattenmassan. Det finns även en ny standard ISO 22403:2020 Plastics – Bedömning av den inneboende biologiska nedbrytbarheten hos material som utsätts för marina inokuler under mesofila aeroba laboratorieförhållanden – Testmetoder och krav på inneboende biologisk nedbrytbarhet hos jungfrulig plast och polymerer.	Tester mäter utveckling av koldioxid och metangas vilket inte alltid tar med påverkan från mikroplaster. Höga näringsämnen som inte förekommer i den marina miljön används som inokulat för testerna i D7081 och D6691.	Marina miljöer med särskilda förutsättningar (t.ex. utan syre, låg näringsämnen och under högt tryck (djuphav) inkluderas inte i testmetoderna, trots att dessa miljöer är vanligt förekommande och en stor andel av den marina sfären.	De befintliga standarderna bör anpassas för de återstående relevanta miljöerna och miljöförhållandena i havet.

³³ Microbial Ecotoxicology of Marine Plastic Debris: A Review on Colonization and Biodegradation by the "Plastisphere", 2019: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00865>

³⁴ Marine biodegradability review of plastics <https://doi.org/10.1016/j.watcy.2021.06.001>

³⁵ Biodegradability of plastics in the open environment, SAPEA, 2020: <https://www.sapea.info/wp-content/uploads/bop-report.pdf>

MILJÖ	Relevanta befintliga standarder	Beskrivning av befintliga standarder	Begränsningar i nuvarande standarder/ testmetoder	Återspeglning av nedbrytning enligt laborietest-metoder till verkliga miljöer	Utvecklingsbehov (behövs det nya standarder och testprotokoll)
SÖTVATTEN 	ISO 14851:2019, ISO 14852:2018, ISO 14853:2016	Befintliga standarder för sötvatten härrör från laborietester baserat på vatten från avloppsreningsverk: ISO 14851:2019, 14852:2018, 14853:2016. De bygger på att testa biologisk nedbrytning av plast med aktiverat slam från avloppsreningsverk som inokulat, och utesluter inte användning även för sötvatten.³⁶ Så vitt vi vet finns det inga standarder för fälttester för öppna sötvattensmiljöer. Andra relaterade miljöer kopplat till sötvatten såsom sjöbotten, strandkant eller flodbankar övervägs ännu inte i befintliga standarder.	Avser inte fälttester för öppna sötvattensmiljöer. Andra relaterade miljöer kopplat till sötvatten såsom sjöbotten, strandkant eller flodbankar övervägs ännu inte i befintliga standarder. Nackdelarna är att mikrobernas inokulat kommer från avloppsreningsverk och därmed är artificiellt framtagna. Naturliga miljöer i form av vatten och sediment används inte för att introducera mikrober från den öppna miljön i testet.	Naturliga miljöer i form av vatten och sediment används inte för att introducera mikrober från den öppna miljön i befintliga standarder	Specifika standarder för olika miljöer för sötvatten saknas inklusive fälttester för öppna sötvattensmiljöer.
MARK 	ASTM D5988-18 ISO 17556:2019 EN 10733 EN 17033:2018	De befintliga laboriestandarderna för biologisk nedbrytning av plast i jord är framförallt ASTM D5988-18 och ISO 17556:2019.³⁶ Befintliga standarder är i huvudsak inriktade på biologiskt nedbrytbara plastfilmer för användning inom jordbruk och trädgårdsodling.	Finns inga standarder för den öppna markmiljön såsom gräsmark eller skogar. Andra livsmiljöer, såsom gräsmark eller skogar, övervägs ännu inte. Enligt SAPEA Biodegradability in the open environment finns det i dagsläget inga standarder för fält-tester eller specifika standarder för den öppna miljön.	Nuvarande standarder för mark fokuserar på laborietester avseende jordbruksmark.	Standarder för den öppna markmiljön såsom gräsmark eller skogar omfattas inte av dagens standarder.

³⁶ Biodegradability of plastics in the open environment, SAPEA, 2020: <https://www.sapea.info/wp-content/uploads/bop-report.pdf>

MILJÖ	Relevanta befintliga standarder	Beskrivning av befintliga standarder	Begränsningar i nuvarande standarder/ testmetoder	Återspeglning av nedbrytning enligt laboratorietest-metoder till verkliga miljöer	Utvecklingsbehov (behövs det nya standarder och testprotokoll)
NATURLIGA MILJÖER PÅVERKADE AV MÄNNISKOR					
AVLOPPSVATTEN OCH SLAM 	BS EN ISO 14851:2019 BS EN ISO 14852:2021 BS EN ISO 14853:2016 BS ISO 13975:201	De befintliga standarderna EN 14851:2019 och EN ISO 14852:2021 beskriver metoder för att testa biologisk nedbrytning av plast med aktiverat slam från avloppsreningsverk som inokulat. EN 14853:2016 och ISO 13975:201 beskriver test för anaerob nedbrytning.	Nackdelarna är att mikrobernas inokulat kommer från avloppsreningsverk och därmed är artificiellt framtagna.	Metoden som mäter biogasproduktion är ett test med fokus på anaeroba avloppsvattenreningsförhållanden och kan anpassas för sötvattens- och havsvattensscenarier med öppen miljö.	De befintliga standarderna bör anpassas enligt de förtecknade kriterierna, standarder som fastställts för relevanta miljöförhållanden samt specifikationer som utarbetas.
JORDBRUKS-MARK 	ASTM D5988- 18 ISO 17556:2019 EN 10733 NF U52-001	Befintliga standarder är framförallt inriktade på biologiskt nedbrytbara plastfilmer för användning inom jordbruk och trädgårdsodling. EN 10733 "Plast – biologiskt nedbrytbara mulchfilmer för användning inom jordbruk och trädgårdsodling – Krav och testmetoder"(BS EN 17033:2018). Ramverket som används för testning av biologisk nedbrytning föreskrivs en period på högst 24 månader, under vilken minst 90 % av materialet i jordbruksfilmen omvandlas till koldioxid (resterande 10 % finns i biomassan av mikroorganismerna) och temperaturen är en konstant 20 °C till 28 °C.	Endast avsedda för jordbruksmark.	Testkraven och kriterierna omfattar kemisk sammansättning, biologisk nedbrytning i jord, ekototoxicitet och fysiska egenskaper, vilket kan tjäna bra som baslinje för specifikationer för jord i öppen miljö. Stor variation av pH, mullhalt, temperatur och andra miljöförhållanden förekommer i jord.	Testmetoder som tar hänsyn till den stora variation av miljöförhållanden som kan förekomma i jordbruksmark.
KONSTGJORDA MILJÖER					
INDUSTRIELL KOMPOST 	EN 13432:2000 EN 14048:2002 EN 14995:2006 ISO 16929:2021 ISO 17088:2021 (ISO 14855-1:2012) (ISO 14855-2:2018) ASTM D6400 ASTM D5338-15:2021	För industriell kompostering kan standarderna EN 13432 för plastförpackningar och EN 14995 för andra plastartiklar vara relevanta. EN 13432 betraktas som en solid referens för standarder även för andra miljöer. EN 13432 är en EU-standard där nyckelkomponenten är behovet av att återvinna förpackningsavfall i en industriell komposteringsanläggning. När det gäller plast som inte är förpackningar (t.ex. bestick) används den liknande standarden EN 14995 som innehåller liknande krav. ASTM D6400 är en amerikansk standard för biologisk nedbrytning av fast material genom kompostering som krävs för märkning av plast som är utformad för att komposteras aerobt i kommunala eller industriella anläggningar.	Dessa standarder ger inte information om krav på biologisk nedbrytbarhet av plaster som hamnar i miljön som skräp. De är inte heller tillämpliga för att användas för hemkompost.	Laboratorietesterna fungerar väl inom avsedd miljö men är inte applicerbara på andra miljöer. Det finns dock skepsis mot dessa standarder och de metoder som används för att bestämma kraven eftersom det inte alltid är möjligt att återskapa dessa miljöer, eftersom de industriella komposterings- och rötningsprocesserna i sig inte är standardiserade och varierar från plats till plats.	Standarder anpassade för industriell kompostering och dess specifika förutsättningar och därmed inte fullt ut applicerbara i andra miljöer i dagsläget Industriell kompost används inte längre i Sverige då man gått över till att fokusera på rötning.

MILJÖ	Relevanta befintliga standarder	Beskrivning av befintliga standarder	Begränsningar i nuvarande standarder/ testmetoder	Återspeglning av nedbrytning enligt laboratorietest-metoder till verkliga miljöer	Utvecklingsbehov (behövs det nya standarder och testprotokoll)
HEMKOMPOST 	NF T51-800 UNI 11462:2012 AS 5810 – 2010	Vissa biobaserade material behöver högre temperaturer för nedbrytning än vad hemkompostering kan uppnå. Så om en biobaserad plast är märkt "komposterbar" enligt EN 13432 betyder det inte att den också kommer att vara hemkomposterbar	Den omgivande temperaturen i provningsförfarandet måste vara 25 ± 5 °C och får aldrig överstiga 30 °C. Testperiod är maximalt 2 år Nedbrytning till 90 %	Inte avsedd för övriga miljöer.	Hur väl anpassade är dessa för svenska förhållanden? Fördelar med hemkompost jämfört med rötning?
RÖTNING 	EN 13432:2000 EN 14995:2006 ISO 13975:2019	För rötning i en biogasanläggning kan standarderna EN 13432 för plastförpackningar och EN 14995 för andra plastartiklar vara relevanta. Det finns dock skepsis mot dessa standarder och de metoder som används för att bestämma kraven eftersom det inte alltid är möjligt att återskapa dessa miljöer, eftersom de industriella komposterings- och rötningsprocesserna i sig inte är standardiserade och varierar från plats till plats.	Det anaeroba biologiska nedbrytningstestet i EN 13432 kräver endast 50% nedbrytning efter två månader som anaerob jäsnings, men antagandet är att detta kommer att följas av aerob kompostering, under vilken biologisk nedbrytning kan fortsätta ytterligare. När det gäller sönderdelning kräver standarden att efter fem veckors kombinerad anaerob och aerob behandling återstår mindre än 10% av det ursprungliga provet efter siktnings över ett 2 mm nät. Kompostering i andra steget utförs inte alltid i dessa anläggningar. Ett ytterligare problem är att rötningsanläggningar kommer i vilket fall som helst att sträva efter att sälla bort majoriteten av polymerer (av alla slag) eftersom de kan orsaka problem i processen.	Specifika standarder eller certifieringar för rötning finns inte i dagsläget	Utveckla standarder för rötningsanläggningar. Utveckla standarder för bionedbrytbarhet hos plast i rötningsanläggningar. Testmetoder för anaeroba förhållanden behöver utvecklas.

3.2.2 Standarder för olika miljöer

Det är en utmaning att definiera och utveckla standarder och certifieringar för biologiskt nedbrytbar plast då det inte räcker med att testa materialet, utan också hur det bryts ned i många olika miljöer. Nedbrytningshastigheten påverkas av förekomsten av olika faktorer såsom bakterier, svampar och syre, varför ett biologiskt nedbrytbart material kan brytas ned vid industriell kompostering, men inte (eller i betydligt långsammare takt) på land eller i den marina miljön.

OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development) gjorde tidiga försök för att utveckla tester för ämnen med låg molekylvikt för exempelvis avloppsvatten från avloppsreningsverk och definierade termer som "primär" och "slutlig" biologisk nedbrytbarhet, "readily biodegradable" och "Ultimate biodegradable" (OECD, 1992a). Fokus ligger inom dessa tester på materialets potential att biologiskt brytas ned och därmed har OECD:s testserie 302 (A-C; OECD, 1981, 1992b, 2009) som mål att testa den biologiska nedbrytbarheten som sådan.³⁷ Att se att ett material är biologiskt nedbrytbar som en inneboende egenskap beroende på materialets kemiska sammansättning och struktur är inte rimligt menar kritiker. Hänsyn behöver tas till yttre förutsättningar för att kunna göra en bedömning av ett materials nedbrytbarhet relaterat till olika miljöförhållanden som kan vara aktuella. Miljöförhållandenas inverkan på biologisk nedbrytbarhet måste bedömas på annat sätt som exempelvis genom fälttester eller annan typ av modellering.

Som beskrivet ovan (2.1.4 Bionedbrytbarhet i olika miljöer) påverkas nedbrytbarheten av olika förhållanden som finns i den miljö plastprodukten hamnar. Dessa olika miljöer måste därför beaktas individuellt och testas och certifieras för respektive applikationsområde för att en produkt ska kunna marknadsföras som bionedbrytbar. Därför finns det idag en rad olika standarder och certifieringar med varierande gränsvärden och förutsättningar där biologisk nedbrytbarhet behöver ske. Dessa förutsättningar är anpassade för respektive miljö som testas och skiljer sig därför åt.

Öppna naturliga miljöer

När det gäller öppna naturliga miljöer har fokus under den senaste tiden legat på att utveckla standarder och testmetoder för nedbrytning i havet vilket beror på att kontaminering av plast i havet är mycket starkt representerad i medierna. Flera av de befintliga standarderna kritiserar för att inte vara tillräckliga för att reflektera tillstånden i den naturliga miljön. Ett exempel på detta är standarden ASTM D6691-17, "Determination of Aerobic Biodegradation of Plastic Materials in the Marine Environment" som baseras på ett test där det tillsätts oorganiska näringsämnen för att bedöma graden av biologisk nedbrytbarhet. För detta test har det visat sig att koncentrationen för ammoniak i den minsta marina lösningen i testet är cirka 6000 gånger högre än den kan vara i havet. Koncentrationen av nitrat i den minsta marina lösningen i ASTM-metoden är cirka 110 gånger högre än de nivåer som finns i havet. Dessutom genomförs testet för vatten som håller en temperatur om 30 grader Celsius vilket gör att resultatet blir väldigt specifikt för en viss typ av miljö.³⁸

Mer extrema livsmiljöer – som till exempel öknar, tundra, permafrost, kallt ytvatten, flytande is och djuphav – kommer med största sannolikhet att ge upphov till långsam eller extremt långsam biologisk nedbrytning av plast. Testning av sådana miljöer och förhållanden bör endast krävas om en betydande risk finns för att en plast ska hamna i dessa miljöer. För ett testsystem är det rimligt att välja relevanta förhållanden och livsmiljöer och endast överväga extrema förhållanden i särskilda fall. Fastställande av vilka livsmiljöer och förhållanden som ska ingå i utvecklingen av standardtestmetoder och specifikationer måste fastställas i enlighet med en rigorös bedömning.³⁹ Föroreningar av mark och sötvatten har också blivit allt tydligare på senare tid och kommer att kräva ytterligare utveckling av testmetoder som är specifika för öppna miljöer.

³⁷ Biodegradability of plastics in the open environment, SAPEA, 2020: <https://www.sapea.info/wp-content/uploads/bop-report.pdf>

³⁸ Marine biodegradability review of plastics <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2021.06.001>

³⁹ Nova Institute, BioSinn - Products for which biodegradation makes sense, 2021

Sammanfattningsvis, finns standarder för olika miljöer, men alla relevanta användningsmiljöer är ännu inte täckta. Till exempel behöver det utvecklas standarder för anaeroba förhållanden. För den öppna miljön kan man inte bortse från de olika förhållanden som är avgörande för nedbrytningen. Bedömning av biologisk nedbrytbarhet vid olika förhållanden ingår ännu inte, till exempel jordtyp, vattenhalt, sedimentkornstorlekar, näringsämnen och syrekonzentration. Det finns dock svårigheter med att täcka allt i ett standardtestsystem vilket skulle göra att det krävs olika typer av omfattande och dyra tester.

Naturliga miljöer påverkade av människor

Några av testerna är för specifika produkter så som marktäckningsfilm, plastfilm och förpackningsmaterial. Detta tyder på att det inte finns ett universellt test som passar alla typer av miljöer och applikationer utan specifik testning bör ske för att mäta nedbrytbarheten för respektive produkt.

Konstgjorda miljöer

Industriell kompostering och anaerob nedbrytning är de enda miljöer som har omfattats av internationella standarder för biologisk nedbrytning, i form av den europeiska standarden EN 13432 för plastförpackningar och EN 14995 för andra plastartiklar. Detta beror främst på att ett test kan utvecklas som simulerar vissa industriella komposterings- och rötningsanläggningar. Det finns dock skepsis mot dessa standarder och de metoder som används för att bestämma kraven eftersom det inte alltid är möjligt att återskapa dessa miljöer, eftersom de industriella komposterings- och rötningsprocesserna i sig inte är standardiserade och varierar från plats till plats. Eftersom en viss testmetod inte tar hänsyn till de många olika förhållanden som faktiskt finns i verkliga komposter eller rötningsanläggningar är de inte tillräckliga.

3.2.3 Testmetoder och kriterier för olika miljöer

Ett antal generella kriterier har satts upp för att säkerställa bionedbrytbarhet vid användning av testmetoder. Alla komponenter i det ursprungliga testmaterialet, och även eventuella tillsatser, måste vara biologiskt nedbrytbara och miljömässigt acceptabla. Slutprodukten av biologisk nedbrytning är CO₂ (och CH₄), vatten (i vissa fall mineralsalter) och mikrobiell biomassa. Det bör inte heller skapas några långlivade mikroplaster och inga långlivade restprodukter som stannar kvar i miljön. Biologisk nedbrytning kan ske från mycket snabb (några veckor) till mycket långsam (många decennier), beroende på yttre förhållanden, plastkomposition och objektets storlek.

Även om den biologiska nedbrytningen av alla komponenter har påvisats i lämpliga tester är det viktigt att även slutprodukten testas. Detta beror på att kombinationen av material, tillsatser och olika tillverkningsprocesser kan leda till en förändring av den biologiska nedbrytbarheten eller dess effekter på den naturliga miljön. Det är därför viktigt att testa följande för att kunna bedöma och certifiera en plastprodukt som bionedbrytbar:

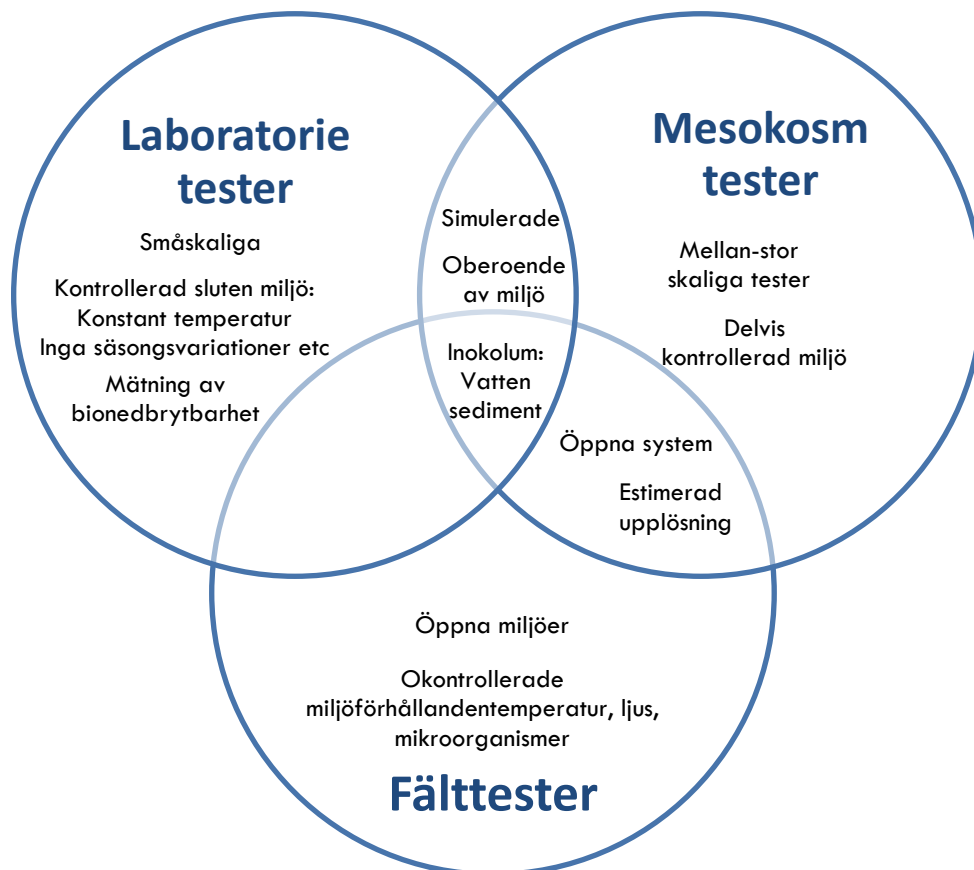
1. bestämning av biologisk nedbrytbarhet
2. bedömningen av den biologiska nedbrytningshastigheten under miljömässigt relevanta förhållanden
3. modellering av livslängd/persistens i de miljöer som är av intresse
4. bedömningen av miljöpåverkan på organism- och ekosystemnivå

Det förekommer kritik mot att laboratorietester inte i tillräckligt hög grad är utformade för att estimerar bionedbrytbarhet i naturliga miljöer. Detta beror på att de många gånger är optimerade för att testa en specifik egenskap vilket gör att de ibland har orealistiskt höga testkoncentrationer och temperaturer jämfört med hur förhållandena ser ut i naturen. Om plasten är den enda tillgängliga kolkällan för mikroorganismtillväxt kan ett laboratorietest visa en högre nedbrytningshastighet jämfört med en naturlig öppen miljö där flera andra kolkällor kan finnas tillgängliga som är mer förmånliga för mikroorganismerna. För att undvika detta har mer förfinade testmetoder utvecklats där nedbrytning testas i olika steg.

I det första steget, och som en förutsättning för ytterligare testning, måste plastmaterialets biologiska nedbrytbarhet påvisas i optimerade laboratorietester. Detta helst med hjälp av vatten och sediment eller annat inokulat från platsen av intresse för den naturliga miljön.

I det andra steget, för att bedöma ett materials biologiska nedbrytningsbeteende under verkliga naturliga förhållanden, utförs fälttester i relevanta livsmiljöer och förhållanden. Men eftersom varje fälttest också bara återspeglar ett urval av verklighetens olika miljöförhållanden och eftersom fälttester kan kräva speciell teknik och höga kostnader, utförs ytterligare tester i så kallade mesokosmer. Dessa är testtankar som simulerar miljöförhållandena i större volymer än vanliga laborietester. Genom att använda sig av detta mellansteg är det möjligt att metodologiskt kombinera välkontrollerade laborietester med det sista steget de sämre kontrollerade fälttesterna. I mesokosmtester går det att modifiera och kontrollera vissa förhållanden i taget, exempelvis temperatur. Alla tre nivåerna tillsammans resulterar sedan i en datauppsättning som återspeglar relevanta miljöförhållanden och bevis på biologisk nedbrytning.

Figur 8: Beskrivning av olika testmetoder för laboriemiljö, mesokosm och fälttester.



3.2.4 Certifieringar för olika miljöer

Standarder och certifieringar täcker vanligtvis en relativt kort tidsrymd för biologisk nedbrytbarhet. De har utvecklats för applikationer med kort funktionell livslängd där biologisk nedbrytning måste ske relativt snabbt.⁴⁰

Standarder och certifieringssystem utvecklades först i slutet av 1990-talet med fokus på den industriella miljön i komposteringsanläggningar, för att möjliggöra bevis för påståendet "industriellt komposterbart". Senare följde certifieringar för begreppet "hemkomposterbar", "biologiskt nedbrytbar i jord" och "biologiskt nedbrytbar i vatten" och den senaste "biologiskt nedbrytbar i havsvatten". De befintliga standarderna för öppna miljöer såsom mark, vatten och hav kritiserar för att de inte är tillräckligt miljömässigt relevanta. Vissa biologiskt nedbrytbara plaster bryts ned långsammare i vissa miljöer än vad nuvarande certifieringar tillåter. Det är dock viktigt att notera att en del av dessa plaster så småningom bryts ned fullständigt och inte lämnar efter sig mikroplaster. Långsammare biologisk nedbrytbarhet krävs också för applikationer med längre funktionell livslängd. Hittills finns det inga standarder eller certifieringssystem som kan ta hänsyn till denna trögare biologiska nedbrytbarhet.

TÜV Austria har olika certifieringar som är begränsade till att gälla för specifika miljöer där de är avsedda att användas. Exempelvis kan enbart produkter avsedda att användas i havet bära logotypen för "OK biodegradable MARINE" certifikat. Det innebär att inga shoppingkassar, även om de är biologiskt nedbrytbara i havet. Både TÜV Austria och DIN CERTCO certifierar egna polymertyper, material med tillsatser eller färdiga produkter, beroende på certifiering på kundens begäran. Kriterierna för nedbrytning tillämpas i enlighet med respektive produkt som testas och alla ingående komponenter behöver kunna brytas ned.

Tabell 7: Certifieringar för olika miljöer

MILJÖ	CERTIFIKAT	RELEVANTA STANDARDER	BESKRIVNING	BIONEDBRYT-BARHET	KOMMENTAR
HAVSVATTEN 		ASTM D6691 (ASTM D 7081-05)	OK biodegradable MARINE garanterar biologisk nedbrytning i havsvatten. Certifieringen specificerar att den enbart gäller för material som är icke-flytande och testade i havsvatten.⁴¹ Som test för bionedbrytbarhet nämns standarden ASTM D 6691. Som beskrivet ovan i översikten om relevanta standarder drogs D 7081-05 tillbaka 2014 och har ännu inte ersatts.	90% vid 30°C inom 6 månader	Ej lämpligt för samtliga havsvattensmiljöer. 30 °C ej relevant för svenska förhållanden?

⁴⁰ Nova Institute, BioSinn - Products for which biodegradation makes sense, 2021

⁴¹ TÜV Austria – OK Biodegradable Marine: https://www.tuv-at.be/fileadmin/user_upload/docs/download-documents/CS/CS-OK12-EN_biodegradable_MARINE.pdf

MILJÖ		CERTIFIKAT	RELEVANTA STANDARDER	BESKRIVNING	BIONEDBRYT-BARHET	KOMMENTAR
SÖTVATTEN 	AVLOPPSVATTEN OCH SLAM 		EN 14851 EN 14852. EN 14987:2	OK biodegradable WATER garanterar biologisk nedbrytning i en naturlig sötvattenmiljö och bidrar därmed väsentligt till att minska avfallet i floder, sjöar eller naturligt sötvatten. Detta garanterar inte biologisk nedbrytning i marina vatten.⁴² Material/produkter ska testas enligt den metod som beskrivs i den europeiska standarden med referens EN ISO 14851 eller EN ISO 14852 (vid en temperatur mellan 20 °C och 25 °C), med undantag för testets varaktighet. Certifieringen bygger på EN 14987:2 testmetod för biologisk nedbrytbarhet av plast i avloppsreningsverk – som används som proxy för sötvattensmiljöer. Material/produkter är godkända om de uppfyller kraven på biologisk nedbrytbarhet som standard med referens EN 14987 (nämligen 90 % relativ eller absolut biologisk nedbrytning efter 56 dagars testning). Alla beståndsdelar och deras maximala koncentrationer enligt behöver uppfylla kraven för biologisk nedbrytning.	90% vid 20-25°C Inom 56 dagar	För testmetoden används aktivt avloppsslam vilket gör att märkningen inte är tillämplig för sötvattensmiljöer som inte alltid har samma mikrobiella förutsättningar. Inte heller temperaturer på 20 grader är relevanta i alla miljöer.
MARK 	JORDBRUKS-MARK 	 	ISO 175561 ASTM D5988 EN 17033	OK biodegradable SOIL är framförallt anpassad för jordbruks- och trädgårdsprodukter som kan lämnas att brytas ner på plats efter att ha använts. Märkningen garanterar att en produkt kommer att vara helt biologiskt nedbrytbar i jorden utan att påverka miljön negativt.⁴³ Certifieringen bygger på ISO 175561 testmetod för aerob biologisk nedbrytbarhet av plast i jord. DIN-geprüft biodegradable in soil EN 17033 – fokuserar på jordbruksfilm men testet kan även användas för andra applikationer. Denna certifiering gör uttryckligen gällande att den inte gäller för förpackningar, påsar och andra applikationer.	90% vid 20-25°C Inom två år	Andra markmiljöer innefattas inte i befintliga standarder och därför bör denna certifiering inte användas för öppna miljöer. Ordet "soil" kan vara vilseledande då det enbart är jordbruksmark som avses.

⁴² TUV Austria – OK Biodegradable Water: https://www.tuv-at.be/fileadmin/user_upload/docs/download-documents/CS/CS-OK11-EN_OK_biodegradable_WATER.pdf

⁴³ TUV Austria – OK Biodegradable Soil: https://www.tuv-at.be/fileadmin/user_upload/docs/download-documents/CS/CS-OK10-EN_OK_biodegradable_SOIL.pdf

MILJÖ	CERTIFIKAT	RELEVANTA STANDARDER	BESKRIVNING	BIONEDBRYT-BARHET	KOMMENTAR
INDUSTRIELL KOMPOST 	   	EN 13432 ISO 14855-1 ISO 14855-2 ISO 14851 ISO 17088 ISO 18606 EN 14995 ASTM D6400 ASTM D6868 ISO 17088 AS 4736	OK compost INDUSTRIAL -Förpackningar eller andra produkter med OK-compostmärkning garanteras som biologiskt nedbrytbara i en industriell komposteringsanläggning. ⁴⁴ Märkningen gäller alla komponenter, bläck och tillsatser. Den enda referenspunkten för certifieringsprogrammet är den harmoniserade standarden EN 13432: 2000. De testförfaranden för biologisk nedbrytning som beskrivs i standarden ISO 14855-1, ISO 14855-2, ISO 14851, ISO 14852 eller EN 14046 anses vara tillräckliga bevis för att kraven på biologisk nedbrytning uppfylls. DIN Industrial COMPOSTABLE - EN 13432 för komposterbara förpackningar (eller ASTM D6400). European Bioplastics Seedling - Industriellt komposterbar enligt den europeiska standarden EN 13432. BPI Compostable in industrial facilities – Baseras på: ASTM D6400 - utformad för att täcka plastfilmer och påsar. ASTM D6868 - är avsedd för förpackningar som är utformade för att komposteras, inklusive plastbelagt papper och kartong.	90% vid 58°C Inom 6 månader	Det finns i dagsläget ett flertal märkningar för industriell kompostering. Däremot är dessa inte avsedda att användas för bionedbrytbar plast i andra miljöer.
HEMKOMPOST 	 	AS 5810 NF T 51800 EN 17427	OK compost HOME – Den enda hänvisningen gällande bionedbrytbarhet är att det sker på samma sätt som i EN13432 som används för industriell kompostering fast med längre testperiod och lägre temperaturer. ⁴⁵ Det är viktigt att komma ihåg att OK compost HOME-certifiering inte uttryckligen hänvisar till en specifik standard utan beskriver samtliga tekniska krav som en produkt måste uppfylla för att erhålla certifieringen. Sedan den lanserades 2003 har testen legat till grund för andra standarder relaterade till hemkompost: AS 5810 (Australien 2010) NF T 51800 (Frankrike 2015) EN 17427 (Europa 2020) DIN Certco Geprüft HOME COMPOSTABLE– Denna certifiering är baserad på AS 5810 och NF T 51-800. ⁴⁶	90% vid 20-30 °C Inom 12 månader	En produkt eller ett basmaterial som uppfyller kraven på biologisk nedbrytning av OK biodegradable SOIL mark eller OK biodegradable WATER anses uppfylla kraven på biologisk nedbrytning av OK-composte-HOME märkningen.

⁴⁴ TUV Austria – OK compost Industrial: https://www.tuv-at.be/fileadmin/user_upload/docs/download-documents/CS/CS-OK01-EN_OK_compost_INDUSTRIAL.pdf

⁴⁵ TUV Austria – OK compost Home: https://www.tuv-at.be/fileadmin/user_upload/docs/download-documents/CS/CS-OK02-EN_OK_compost_HOME.pdf

⁴⁶ European Bioplastics – Home composting: https://docs.european-bioplastics.org/publications/bp/EUBP_BP_Home_composting.pdf

MILJÖ	CERTIFIKAT	RELEVANTA STANDARDER	BESKRIVNING	BIONEDBRYT- BARHET	KOMMENTAR
RÖTNING 	Ingen	EN 13432 EN 14995	För rötning i en biogasanläggning kan standarderna EN 13432 för plastförpackningar och EN 14995 för andra plastartiklar vara relevanta. Dock finns det inga certifieringar för detta.	50% vid 52 °C inom två månader	Finns inga certifieringar avseende rötning.

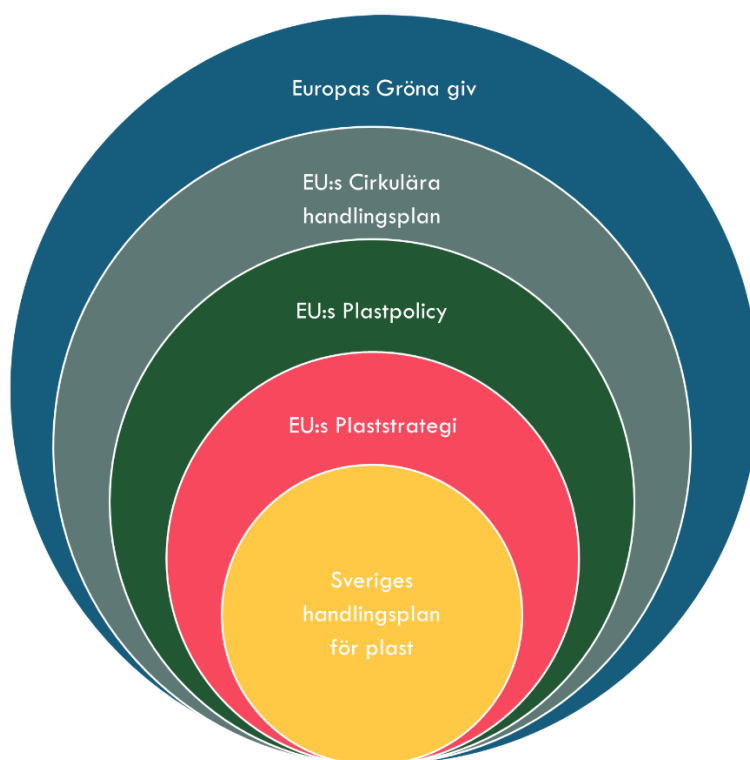
3.3 Regleringar, ramverk, policys, handlingsplaner

EU och medlemsländerna har satt upp tydliga mål för miljöpolitiken och en vision för 2050 som ska förverkligas med hjälp av forskningsprogram, lagstiftning och finansiering:

- Skydda, bevara och stärka EU:s naturkapital.
- Omvandla EU till en resurseffektiv, grön, konkurrenskraftig och koldioxidsnål ekonomi.
- Skydda EU:s invånare mot miljöpåverkan och risker för hälsa och välbefinnande.⁴⁷

EU:s miljöpolitik och miljölagerstiftning syftar till att göra det möjligt för EU:s medborgare att leva bra, inom planetens ekologiska gränser.

Figur 9. Översiktlig bild över sambandet mellan EU:s Gröna giv, den cirkulära handlingsplanen samt policys och strategier som har relevans för bionedbrytbarhet.



3.3.1 Ramverk, policys inom EU

3.3.1.1 European Green Deal (EGD)

Europas nya agenda för hållbar tillväxt - European Green Deal (EGD), som antogs i december 2019, kommer att vara det vägledande ramverket för EU:s miljöpolitik de kommande åren.

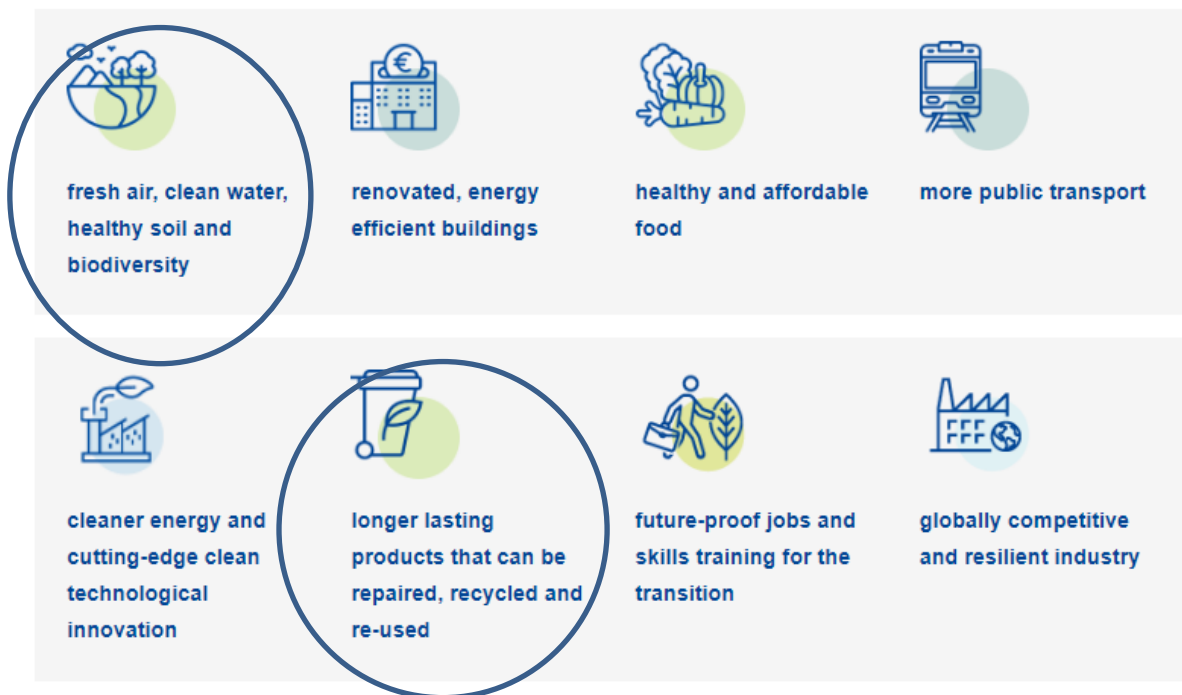
Syftet är att förbättra livet och folkhälsan för dagens invånare och för kommande generationer.

⁴⁷ EU:s miljö- och hållbarhetsarbete: https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/environment_sv

Figur 10: Översikt över vad den gröna given⁴⁸ ska bidra till med två områden inringade som knyter an till frågeställningarna i denna rapport.

The benefits of the European Green Deal

The European Green Deal will improve the well-being and health of citizens and future generations by providing:



Figur 11: Åtgärdsområden för den gröna given där området "Environment and oceans" knyter tydligast an till denna rapport.⁴⁸

Actions



Under Environment and oceans står det att:

⁴⁸ European Green Deal: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (2022-06-20).

Europas miljö är ovärderlig för Europa som måste bevaras och skyddas.

Europeiska Green Deal inkluderar följande prioriteringar:

- skydda vår biologiska mångfald och ekosystem
- minska luft-, vatten- och markföroreningar
- gå mot en cirkulär ekonomi
- förbättra avfallshantering
- säkerställa hållbarheten i vår "blå" ekonomi och fiskerisektorer

Genom att arbeta utifrån dessa prioriteringar kommer EU att förbättra medborgarnas hälsa och livskvalitet, ta itu med miljöproblem och minska utsläppen av växthusgaser.

3.3.1.2 EU:s cirkulära handlingsplan⁴⁹

EU:s cirkulära handlingsplan är en av de viktigaste byggstenarna i den europeiska gröna given och innehåller åtgärder som täcker hela livscykeln: från produktion och konsumtion till avfallshantering samt marknaden för sekundära råvaror och ett reviderat lagförslag kring avfall.

Kommissionen kommer inom ramen för EU:s strategi för plast i en cirkulär ekonomi att ta itu med nya hållbarhetsutmaningar genom att ta fram en policyram för följande:

Användning av biologiskt nedbrytbar eller komposterbar plast, på grundval av en bedömning av de tillämpningar där användningen av sådan plast kan ge miljöfördelar samt av kriterierna för sådana tillämpningar. Kommissionen kommer att sträva efter att säkerställa att märkningen av en produkt som "biologiskt nedbrytbar" eller "komposterbar" inte vilseleder konsumenterna så att de bortskaffar den på ett sätt som orsakar nedskräpning eller förorening med plast på grund av olämpliga miljöförhållanden eller otillräcklig tid för nedbrytning.

3.3.1.3 Plastpolicy⁵⁰

EU:s policy för plast syftar till att skydda miljön och människors hälsa genom att minska marin nedskräpning, utsläpp av växthusgaser och vårt beroende av importerade fossila bränslen.

EU strävar efter att

- förändra hur plastprodukter utformas, produceras, används och återvinns i EU
- övergång till en hållbar plastekonomi
- stödja mer hållbara och säkrare konsumtions- och produktionsmönster för plast
- skapa nya möjligheter för innovation, konkurrenskraft och jobb
- stimulera till förändring och föregå med exempel på global nivå

Till plastpolicyn finns även en specifik policy som omfattar biobaserad, bionedbrytbar och komposterbar plast. Den säger att EU ska adressera inköp, märkning och användning av biobaserad plast samt användningen av biologiskt nedbrytbar och komposterbar plast.

Alternativa plaster, som biobaserad, biologiskt nedbrytbar och komposterbar plast säger man kan vara ett mer hållbart alternativ till fossilbaserad, icke biologiskt nedbrytbar plast. De presenterar dock både nya möjligheter och risker som måste bedömas noggrant.

3.3.1.4 EU:s plaststrategi⁵¹

EU antog en europeisk strategi för plast i januari 2018. Den är en del av EU:s handlingsplan för cirkulär ekonomi, och bygger på befintliga åtgärder för att minska plastavfallet.

⁴⁹ EU:s cirkulära handlingsplan: https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en

⁵⁰ EU:s plastpolicy: https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics_en

⁵¹ EU:s plaststrategi: https://ec.europa.eu/environment/strategy/plastics-strategy_sv

Figur 12: Schematisk bild över EU:s plaststrategi och intentioner ⁵²

It's time to rethink plastics

It's time to change the way we design, produce, use and dispose of them. Let's reinvent plastics!

The EU has a new strategy to address the whole life-cycle of plastics. The aim is to make them:



We also need to stop using plastic where there are better alternatives available, and ensure that the plastics we use keep their economic value for as long as possible, and don't end up in landfills.

By 2030, all plastic packaging placed on the EU market should be reusable or recyclable. As well as cutting the industry's carbon footprint, this will reduce plastic waste and marine litter, and slow the proliferation of microplastics.



Ur problemformulering Plaststrategin:

"Den ökande marknadsandelen för biologiskt nedbrytbar plast medför både nya möjligheter och risker. Om det saknas klar och tydlig märkning för konsumenterna, och om det saknas tillräcklig insamling och behandling av avfallet, kan plastläckaget förvärras och nya problem uppstå för mekanisk återvinning. Biologiskt nedbrytbar plast kan förvisso ha en roll i vissa tillämpningar och innovationssatsningarna på detta område uppmuntras."

3.3.2 Sveriges handlingsplan för plast En del av den cirkulära ekonomin ⁵³

Handlingsplanen är uppdelad i fyra fokusområden:

1. Produktion och produktdesign av plast och plastprodukter.
2. Konsumtion och användning av plast och plastprodukter.
3. Giftfria och cirkulära kretslopp av plast och plastprodukter.
4. Drivkraft för näringsliv och andra aktörer som främjar innovation och cirkulära affärsmodeller för plast och plastprodukter.

En av regeringens åtgärder inom fokusområde 1 är att man från och med den 1 januari 2022 har förbjudit försäljning av varor som innehåller plast med tillsatser som gör att plasten enkelt sönderdelas till plastpartiklar, s.k. oxo-nedbrytbar plast

Handlingsplanen för plast syftar till att ta ytterligare steg i omställningen mot en cirkulär ekonomi genom att fokusera på den prioriterade materialströmmen plast.

I handlingsplanen skriver man att "Plast kan tillverkas av såväl återvunna, förnybara som ändliga råvaror. Plast som är tillverkad av biobaserade råvaror står i dag för en väldigt liten andel (en procent). Även om plasten är tillverkad av biobaserad råvara så kan den inte behandlas genom biologisk behandling när den blir avfall, eftersom den är tillverkad med plastegenskaper. Vid nedskräpning bidrar biobaserade plaster till samma miljöproblem som plast tillverkad av fossil råvara eftersom dessa inte är biologiskt nedbrytbara i alla miljöer utan kräver särskilda förhållanden eller industriella processer för att brytas ner."

⁵² Faktablad om EU:s plaststrategi: <https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/pan-european-factsheet.pdf>

⁵³ Sveriges handlingsplan för plast: <https://www.regeringen.se/rapporter/2022/02/sveriges-handlingsplan-for-plast/>

Vidare skriver man under fokusområde 3 att "Oavsett om plasten är tillverkad av fossilt eller biologiskt material eller om plasten marknadsförs som nedbrytbar, så innebär den ett problem när den hamnar som skräp i naturen. Den biologiskt nedbrytbara plasten leder till problem eftersom den är svår att materialåtervinna."

3.3.3 Lagstiftning på EU-nivå

Det finns för närvarande ingen EU-lag som specifikt gäller för biobaserad, biologiskt nedbrytbar och komposterbar plast på ett heltäckande sätt. Nedan följer lagstiftning som idag tar upp frågor kopplat till bionedbrytbarhet.

3.3.3.1 Avfallsdirektivet⁵⁴

Att hantera avfall på ett miljövänligt sätt och använda de sekundära materialen som avfallet innehåller är ett nyckelelement i EU:s miljöpolitik. Till området avfall och återvinning finns det även ett flertal specifika policys knutna bland annat gällande avfall från förpackningar.

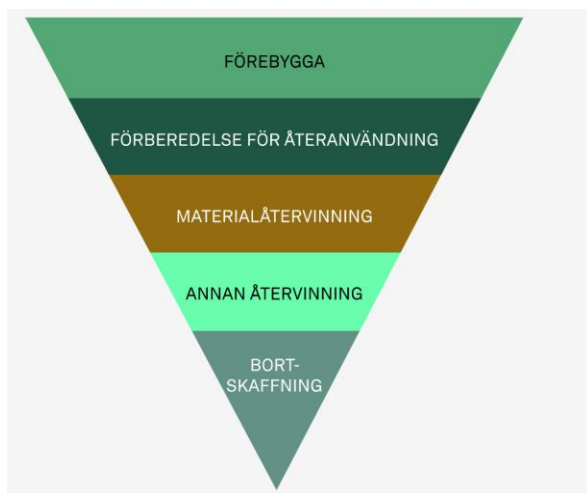
I Avfallsdirektivet ställs krav på medlemsstaterna att ta fram nationella program för förebyggande av avfall. I programmen ska mål för det förebyggande arbetet sättas upp. Här finns uttryckliga krav på medlemsstaterna att främja återanvändning och materialåtervinning. Det finns även mål för materialåtervinning för olika avfallsslag.

Sveriges nationella plan tar inte specifikt upp aspekten bionedbrytbarhet mer än att man hänvisar till EU:s strategi för plast i en cirkulär ekonomi som identifierat behovet att ta fram en policyram för biologiskt nedbrytbar och komposterbar plast.

För att tydliggöra vad vi behöver prioritera och sträva efter i Europa finns avfallshierarkin.

Avfallshierarkin innebär förenklat att avfall i första hand ska förebyggas. Om det ändå uppstår avfall ska det behandlas på det sätt som bäst skyddar människors hälsa och naturen.

Figur 13: Avfallshierarkin i Avfallsdirektivet⁵⁵



Materialåtervinning innebär att avfallsmaterial upparbetas till produkter, material eller ämnen, antingen för det ursprungliga ändamålet eller för andra ändamål. Biologisk behandling som rötning och kompostering räknas som materialåtervinning.

⁵⁴ Avfallsdirektivet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20180705&from=EN>

⁵⁵ Naturvårdsverket om avfallshierarkin: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/pagaende-arbeten/avfallshierarkin-visar-stegen-vi-behover-ta/>

3.3.3.2 Engångsplastdirektivet ⁵⁶

Engångsplastdirektivet (även kallat SUP-direktivet) innehåller en rad åtgärder för hur medlemsländerna ska komma till rätta med vissa plastprodukters negativa påverkan på miljön. Vissa engångsartiklar av plast förbjuds medan andra ska minska i förbrukning. Andra åtgärder och förändringar är produktmärkning, informationsåtgärder, nationella minskningsmål, ökade insamlingsmål och utökat producentansvar.

De plastprodukter som regleras i direktivet är de plastprodukter som förekommer mest i mätningar av nedskräpning på land och i hav. EU-direktivet bygger på det cirkulära perspektivet, att plast ska ses som en värdefull råvara, en resurs. Det främsta målet med direktivet är att minska mängden avfall.

Definition enligt direktivet är för biologiskt nedbrytbar plast: plast som kan genomgå fysisk, biologisk nedbrytning, så att den till slut omvandlas till koldioxid, biomassa och vatten, och som i enlighet med europeiska standarder för förpackningar kan återvinnas genom kompostering och anaerob nedbrytning,

Vad som omfattas av direktivet: Plast som tillverkas av modifierade naturliga polymerer, eller plast som tillverkas av biobaserade, fossila eller syntetiska utgångsämnen, som inte förekommer naturligt. Den anpassade definitionen av plast bör därför omfatta både polymerbaserade gummiföremål och biobaserad och biologiskt nedbrytbar plast, oavsett om de tillverkas av biomassa eller är avsedda att brytas ner biologiskt med tiden.

3.3.3.3 Direktiv om förpackningar och förpackningsavfall ⁵⁷

Utdrag ur bilaga 2: Väsentliga krav på förpackningars sammansättning och möjligheterna till återanvändning och återvinning, även materialutnyttjande, av förpackningar.

- c) Förpackningar som kan återvinnas genom kompostering

Förpackningsavfall som bearbetas för **kompostering** skall vara biologiskt nedbrytbart i sådan grad att det inte hindrar separat insamling och den komposteringsprocess eller - aktivitet som avfallet underkastas.

- d) Biologiskt nedbrytbara förpackningar

Biologiskt nedbrytbart förpackningsavfall skall vara av sådan art att det kan underkastas fysisk, kemisk, termisk eller biologisk nedbrytning på ett sådant sätt att det mesta av den färdiga komposten slutligen bryts ned till koldioxid, biomassa och vatten.

3.3.4 Lagstiftning övriga länder, ett urval

3.3.4.1 Tyskland - Regulation on Bio-Wastes (BioAbfV) ⁵⁸

Förordningen om Bio-Wastes definierar vilket avfall från produkter som får hamna i den avfallsström som är avsedd att sedan användas för markrelaterad användning (soil-related use). I dagsläget är det endast biologiskt nedbrytbara kompostfilmer från trädgårdsskötsel och jordbruk som är godkända.

3.3.4.2 Washington State legislature ⁵⁹

I delstaten Washingtons lagstiftning finns det regleringar kring vad som gäller för märkning av plastprodukter kopplat till nedbrytbarhet.

"Förutom vad som anges i detta kapitel får ingen tillverkare eller leverantör sälja, erbjuda till försäljning eller distribuera för användning i detta tillstånd en plastprodukt som är märkt med termen "biologiskt nedbrytbar", "nedbrytbar", "nedbrytbar", "oxo-nedbrytbar", " eller någon liknande form av dessa termer, eller på något sätt antyda att plastprodukten kommer att brytas ned, splittras, biologiskt nedbrytas eller sönderdelas i en deponi eller annan miljö.

⁵⁶ SUP-direktivet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019L0904&from=EN>

⁵⁷ Förpackningsdirektivet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0062&from=SV>

⁵⁸ Tysk lag om bioavfall: <http://www.gesetze-im-internet.de/bioabfv/BioAbfV.pdf> (på tyska)

⁵⁹ Washingtons delstatslagstiftning om plastmärkning: <https://app.leg.wa.gov/RCW/default.aspx?cite=70A.455.030>

Detta avsnitt gäller inte för biologiskt nedbrytbar kompostfilm som uppfyller de erforderliga testerna och har lämpliga tredjepartscertifieringar”

Med andra ord det enda som får anges vara nedbrytbart är kompostfilm.

3.3.5 Utredningen ”Det går om vi vill”⁶⁰

Utredningen ”Det går om vi vill” visar att det råder en stor förvirring kring begreppen som kopplar till nedbrytbar plast. Och konstaterar att det finns en risk att produkter som marknadsförs som nedbrytbara kan öka nedskräpningen bland allmänheten. Utredningen anser att ansvaret bör läggas uppåt i värdekedjan och inte på den enskilde konsumenten. Man säger i enlighet med EU-kommissionens plaststrategi, att det behövs tydliga regler för hur företagen ska få använda begrepp som ”bionedbrytbar”, ”komposterbar” och liknande i sin marknadsföring.

Bättre benämningar är ”industriell komposterbar” eller ”nedbrytbar i kroppen” eftersom dessa menar man signalerar vilka sorts förhållanden som krävs för hantering av plasten och dess avfall.

3.3.6 Sammanfattning

Slutsatsen är att det finns en rad regelverk, policys och strategier inom EU som reglerar plast, avfall mm och som identifierar plastfrågan i stort som ett viktigt område att arbeta med för att lösa viktiga hållbarhetsfrågor som klimat, nedskräpning och cirkularitet. Fokus är att premiera produkter som har förlängd livstid och lätta att återanvända eller att återvinna.

Under januari 2022 har EU-kommissionen inlett ett offentligt samråd om biobaserad, biologiskt nedbrytbar och komposterbar plast. Samrådet syftar till att ge insikter för att utarbeta en ny policyram för dessa grupper av plaster. Syftet med det nya ramverket – som blir en viktig del i Green Deal och Circular Economy Action Plan – är att ta itu med framväxande hållbarhetsutmaningar relaterade till användningen av den biobaserade, biologiskt nedbrytbara och komposterbara plasten och genom att driva innovation, öka investeringssäkerheten inom inre marknaden och ökat miljöskydd.

Kommissionen kommer att bedöma var användningen av biobaserad råvara leder till verkliga miljöfördelar, och inte bara minskar användningen av fossila resurser. I linje med det så ska Kommissionen ta fram kriterier i vilka applikationer biologiskt nedbrytbar och komposterbar plast lämpar sig.

Beroende på utfallet kommer arbetet att vara en viktig del i att svara på frågor kring utvecklingsbehov och framtiden för bionedbrytbar plast då intentionen är att den ska innehålla kriterier för användningar av bionedbrytbar plast.

⁶⁰ Det går om vi vill – Förslag till en hållbar plastanvändning, SOU 2018:84: <https://data.riksdagen.se/fil/5B7F1A34-E49F-4690-B60A-19933784CCB7>

3.4 Pågående satsningar och projekt

För sammanställning av pågående initiativ gjordes sökningar på ord som "bionedbrytbar" och "plast" i projektdatabaser på Vinnovas, Formas, Re:Source och Energimyndighetens webbsidor. Detta gav 54, 63, 1 och 1 träff. Av dessa totalt 109 träffar verkade 10 ha koppling till bionedbrytbarhet. Dessa är sammanställda i tabell 8. Vinnova och Formas är viktiga finansiärer och KTH är den aktör som är mest förekommande bland identifierade projekt.

Tabell 8: Sammanställning av identifierade pågående satsningar och projekt från sökningar i Vinnovas, Formas, Re:Source och Energimyndighetens databaser.

Forsknings-projekt	Medverkande aktörer	Pågående/ Avslutat	Sammanfattning
Biobaserade flergångsförpackningar och retursystem för take-away mat och dryck ⁶¹	Vinnova (500 000 kr aktivt tillsammans med stora och viktiga behovsägare från take-away branschen.	Pågående: 2021-2022	Projektets långsiktiga målsättning är att ersätta dagens engångsbaserade plastförpackningar för take away mat och dryck med biobaserade flergångsförpackningar och retursystem, som hela branschen får nytta av, och som väsentligt förbättrar miljöprestandan jämfört med dagens system som idag både leder till nedskräpning och stort negativt koldioxidavtryck. Förväntade effekter och resultat är att ett branschsamarbete initieras och inleds. Att biomaterial- och förpackningsindustrin deltar aktivt tillsammans med stora och viktiga behovsägare från take-away branschen.
E1115314, NextGen, ⁶² PulPac AB ⁶³	Vinnova (5 000 000 kr) PulPac AB	Pågående: 2021-2023	Engångsplast är en av de mest problematiska avfallstyperna, utformad för en linjär förbrukningsmodell och utgör ~40% av global efterfrågan på. PulPac vill ta sin patenterade teknik för Torrformning av Cellulosa till en ekologisk standard för engångsprodukter och förpackningar för att möjliggöra industrins transformation. Målsättningen är att utveckla och validera en maskin baserad på traditionella formspruta-komponenter inom plast, vilket möjliggör omställning i skala enligt industrins förväntningar på investeringar och kapacitet. PulPac vill ta sin patenterade teknik för Torrformning av Cellulosa till en ekologisk standard för engångsprodukter och förpackningar för att möjliggöra industrins cirkulära transformation.
Uppskalning av naturliga alternativ till plast för en hållbar industri (BioScale) ⁶⁴	Vinnova (2 400 000 kr) FineCell Sweden AB, RISE och KTH	Pågående: 2021-2022	FineCell har en tillverkningsprocess för biobaserade material som ska anpassas för att lämpa sig för en industriell miljö och skalas till pilotskala på ca. 100 kg/dag. Produkterna som produceras är biobaserade material som kan användas för att ersätta många fossila och i vissa fall känt skadliga kemikalier och material inom allt ifrån plaster till kosmetik och biomedicinska produkter. Dessa nya biobaserade produkter kommer förenkla övergången till en biobaserad ekonomi. FineCell kommer tillsammans med RISE och KTH att anpassa den befintliga tekniken för att bli skalbar. Därefter kommer, till största del befintlig, infrastruktur och utrustning hos RISE att användas för att praktiskt visa och validera skalbarheten.

⁶¹ <https://www.vinnova.se/p/biobaserade-flergangsförpackningar-och-retursystem-for-take-away-mat-och-dryck/>

⁶² <https://www.vinnova.se/p/e1115314-nextgen-pulpac-ab/>

⁶³ <https://www.pulpac.com/>

⁶⁴ <https://www.vinnova.se/p/uppskalning-av-naturliga-alternativ-till-plast-for-en-hallbar-industri-bioscale/>

Forsknings-projekt	Medverkande aktörer	Pågående/ Avslutat	Sammanfattning
PlasticFri ⁶⁵	Vinnova (1 500 000 kr) RISE, EIT, Hippogriff AB och PlasticFri	Avslutat: 2019-2021, fortsätter som företag.	PlasticFri is all about minimizing the environmental impact of conventional petroleum-based plastic by making an environmentally friendly alternative. PlasticFri's impact is not only limited to saving CO2, but also contributing to reduce climate change impact, ocean toxicity, food quality, eco-system and habitat disruption. PlasticFri™ is 100% biodegradable and breaks down safely into harmless compounds, if left in the nature. Products: Carrier Bags - Shopping Bags. Our high-quality compostable carrier bags with a premium-feel produced from renewable materials including agricultural waste and non-edible plants. Waste / Garbage Bags - Exo-friendly waste bags produced from renewable materials. Suitable for normal waste and especially organic waste such as food waste. Breathable, Compostable, Less insects, Less unpleasant smell
Produktion av biopolymer av skogsindustriella avfall. P bioP ⁶⁶	Re:Source och Energi-myndigheten (1 527 000 kr) Karlstads universitet	Avslutat: 2018-2021	Projektet syftar till att bioslam från skogsindustriella reningsverk ska kunna ackumulera biopolymerer som kol- och energilager. Bioslam används idag till viss energiåtervinning. Mikroorganismerna i överskottsslammet har under rätt förhållande förmåga att ackumulera biopolymerer som kol- och energilager. Med rätt teknik kan polymererna utvinna ur bioslammet och upparbetas till bioplast. Biopolymererna är av förnybart ursprung, biologiskt nedbrytbara samtidigt som produktion av biopolymerer kan bidra till minskad energi och resursförbrukning i reningsverket. I projektet ska tekniken för dessa processer skapa verifieras och vidareutvecklas. Energimyndigheten bedömer att projektet har stor potential att bidra till en hållbar materialförsörjning efter som man ska halvera avfallsmängden från ett pappers- och kartongbruk genom att producera biopolymerer (PHAs) av bioslammet.
Funktionella skum av proteiner, mikroplast-fria alternativ ⁶⁷	Formas KTH - Fiber och polymerteknologi	Beslutsdatum: 2019-11-21	Det är viktigare än någonsin att finna hållbara alternativ till fossil-baserade plaster. Dessa liksom fossila bränslen leder till fortsatt generering av växthusgaser. NASA redovisade den varmaste månaden som någonsin uppmäts i april 2017. Det behövs med andra ord alternativ. Polyeten, världens mest använda plast (används i förpackningar, påsar, kablar och rör), finns nu i mindre skala producerad från sockerrör. Det är dock ingen hållbar lösning. Skog i Amazonas huggs ner för att kunna plantera sockerrör för bland annat plasttillverkning. Polyeten, och 99 % av övriga plaster, är dessutom inte nedbrytbara och ackumuleras i naturen, på sopberg eller förbränns. "Nedbrytbara plaster" som PLA bryts ned i rimlig takt endast i komposter. Det är här proteinerna kommer in. Det finns en rad fördelar med att göra plast av dessa. De är ofta sidosrömmar från etablerade industriella processer. Exempel är rapsprotein från tillverkning av biobränsle, vassleprotein från tillverkning av ost. Gluten är en sidosröm vid tillverkning av vetestärkelsebaserade produkter som sirap, dryckes- och bränsleetanol. Bara i Sverige tillverkas det 10000 ton gluten per år som går till främst bakindustrin. Vid eventuell användning till plast finns möjlighet att öka produktionen med upp till sex gånger, utan en större förändring av befintlig industri-infrastruktur.
Ny förbättrad bioplast från hållbar bearbetning av alger (PlastiSea) ⁶⁸	Formas KTH		Konventionella plastmaterial är tillverkade av icke-förnybara resurser och förorening av dessa material utgör ett globalt hot mot marina miljöer. EU röstade nyligen för ett fullständigt förbud mot de vanligaste engångsplasterna fram till 2021, vilket väsentligt har stimulerat intresset för biobaserade och biologiskt nedbrytbara material, särskilt inom livsmedelsförpacknings- och servicebranschen. Men bioplast står fortfarande inför utmaningar relaterade till råvarans hållbarhet, låg biologisk nedbrytbarhet och återvinningsbarhet och otillfredsställande egenskaper, vilket begränsar deras tillämpningar och omfattande implementering. PlastiSeas huvudmål är att utveckla nya bioplastiska material baserade på odlade och vilda arter av bruna alger. Projektet kommer därmed att tillhandahålla innovativa och hållbara bioplastiska underlag med lovande egenskaper och samtidigt tillföra värde till en växande algindustri i Europa.

⁶⁵ <https://plasticfri.com/>

⁶⁶ <https://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/sokresultat/?projectid=27391>

⁶⁷ <https://www.kth.se/sv/fpt/fibre-and-polymer-technology-1.778696>

⁶⁸ <https://www.sintef.no/en/projects/2020/plastisea-novel-enhanced-bioplastics-from-sustainable-processing-of-seaweed/project-consortium/#menu>

Forsknings-projekt	Medverkande aktörer	Pågående/ Avslutat	Sammanfattning
Återvinningsbar cellulosabaserad hårdplast ⁶⁹	Formas (3 000 000 kr) KTH	Pågående: 2022-2025	Recyclable cellulose thermosets with sunlight triggered self-destruction in open natural environments
Förnyelsebara konstruktionsmaterial med designad nedbrytbarhet	Formas (4 000 000 kr) KTH	Pågående: 2021-2025	Renewable High-Performance Materials from the Forest with Designed Degradation
Lignocellulosa baserad termoplast	Vinnova: FibRe -a Competence Centre for Design for Circularity (250 000 kr) KTH	2021-?	Lignocellulose-based Thermoplastics" partly funded by the Swedish Innovation Agency VINNOVA: How modification of lignocellulose materials influences susceptibility to degradation in different environments

Ytterligare några initiativ identifierades från andra källor:

Tabell 9: Sammanställning av andra identifierade pågående satsningar.

Forsknings-projekt	Medverkande aktörer	Pågående/ Avslutat	Sammanfattning
Nedbrytbarhet och miljöpåverkan från lignocellulosa baserade material	Wenner-Gren Foundation (ca 700 000 kr) KTH	Pågående: 2022-2024	Degradability and environmental impacts of modified lignocellulose materials
Bionedbrytbarhet hos bioplaster	Wallenberg Wood Science Center, Knut and Alice Wallenberg Foundation. (1 400 000 kr) KTH	Pågående 2021-2023	Biodegradability of modified biopolymers and bioplastics.
Förbättrade nedbrytbara cellulosaplaster	Richertska stiftelsen (400 000 kr) KTH	2021-2022	Enhanced environmentally degradable cellulose plastics

⁶⁹ <https://www.kth.se/fpt/polymer-technology/research>

Biobaserad plast ⁷⁰	SLU	Forskning på SLU	Genom att kombinera proteiner från vete med stärkelse från en specialdesignad potatissort gör det möjligt att framställa bioplast.
	Nordisk bioplastförening ⁷¹		Bra plattform för framtida projekt och utlik på området: • Forskarstudie vid spanska havsforskningsinstitutet: Ingen snabbare nedbrytning av bioplasten PLA i havsmiljöer. • IKEM uttrycker besvikelse över regeringens nationella handlingsplan för plast. Man saknar t. ex. en satsning på kemisk återvinning av plastavfall.

Den slutsats som kan dras från denna genomgång är att de allra festa pågående forskningsprojekten fokuserar på biobaserade material och inte på deras bionedbrytbarhet. Den frågan kan ingå men är generellt inte huvudfrågan. Bland dem som fokuserar på bionedbrytbarhet gäller det i flertalet fall materialutveckling snarare än förståelse för själva nedbrytningsprocessen.

⁷⁰ <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/trees-and-crops-for-the-future/forskarportratt-tc4f/ramune-kuktaite-portratt/>

⁷¹ <https://www.nordiskbioplastforening.se/>

4 Intressentdialoger

Intressentdialoger genomfördes under våren 2022 för att ta del av olika intressenters syn på området bionedbrytbar plast och för att förstå kunskapsläget, vilka hinder och möjligheter som finns på området, samt vilka utvecklingsbehov som kan identifieras. En rad olika aktörer bjöds in att delta genom intervjuer, enkäter samt deltagande vid rundabordssamtal.

4.1 Deltagande aktörer

För att få med en bredd av perspektiv gällande projektets frågeställningar kring området bionedbrytbar plast eftersträvades att få med aktörer från olika delar av branschen och värdekedjan.

Flest representanter återfinns inom kategorin industri, dit hör bland annat materialtillverkare, produktleverantörer och återförsäljare av plastprodukter. Förutom industrin deltog även flera branschorganisationer, återvinningsaktörer, forskning och standardiseringsinstitut. Myndighetsperspektivet representerades här av Naturvårdsverket.

Svaren från intressentdialogen bör dock inte ses som statistiskt representativt utan är relaterad till de personer som deltog i undersökningen.

Figur 14: Sammanställning över de intressenter som deltagit i undersökningen



De som är kursiverade deltog inte under rundabordssamtalet utan enbart vid intervjuerna. IVL och Avfall Sverige deltog med åsikter till rundabordssamtalet genom att svara på en enkät med samma påståenden som togs upp under samtalet.

4.2 Intervjuer

Intervjuerna genomfördes digitalt med respektive företag utifrån ett förutbestämt frågeformulär där följande frågor ställdes under intervjuerna:

1. Beskriv din bakgrund
2. Beskriv din ingång till området bionedbrytbara plastmaterial
3. I vilka sammanhang har du jobbat med bionedbrytbar plast?
4. Beskriv ditt fokus i dagsläget till området?
5. Vilka drivkrafter finns för bionedbrytbar plast?
6. **Vilka är de största utmaningarna på området bionedbrytbar plast? Var finns dom svaga länkarna?**
7. Hur skulle du beskriva problematiken kring biobaserade plastmaterial?

8. Vilka utvecklingsbehov har du identifierat utifrån ditt perspektiv?
9. Vart finns de största kunskapsluckorna när det gäller bionedbrytbar plast?
10. Har du några goda exempel på produkter/applikationer som är eller skulle passa som bionedbrytbara?
11. Har du exempel på bionedbrytbara plastmaterial som du har god kännedom om?
12. Var är det önskvärt med bionedbrytbara produkter enligt dig?
13. Var är det inte önskvärt med bionedbrytbarhet?
14. Har du sett produkter där man framhäver bionedbrytbarhet för vilka det egentligen inte passar? Vilka?
15. Använder ni er av några standarder för bionedbrytbar plast? Vilka?
16. Vem driver utvecklingen av standarder när det gäller nedbrytbarhet?

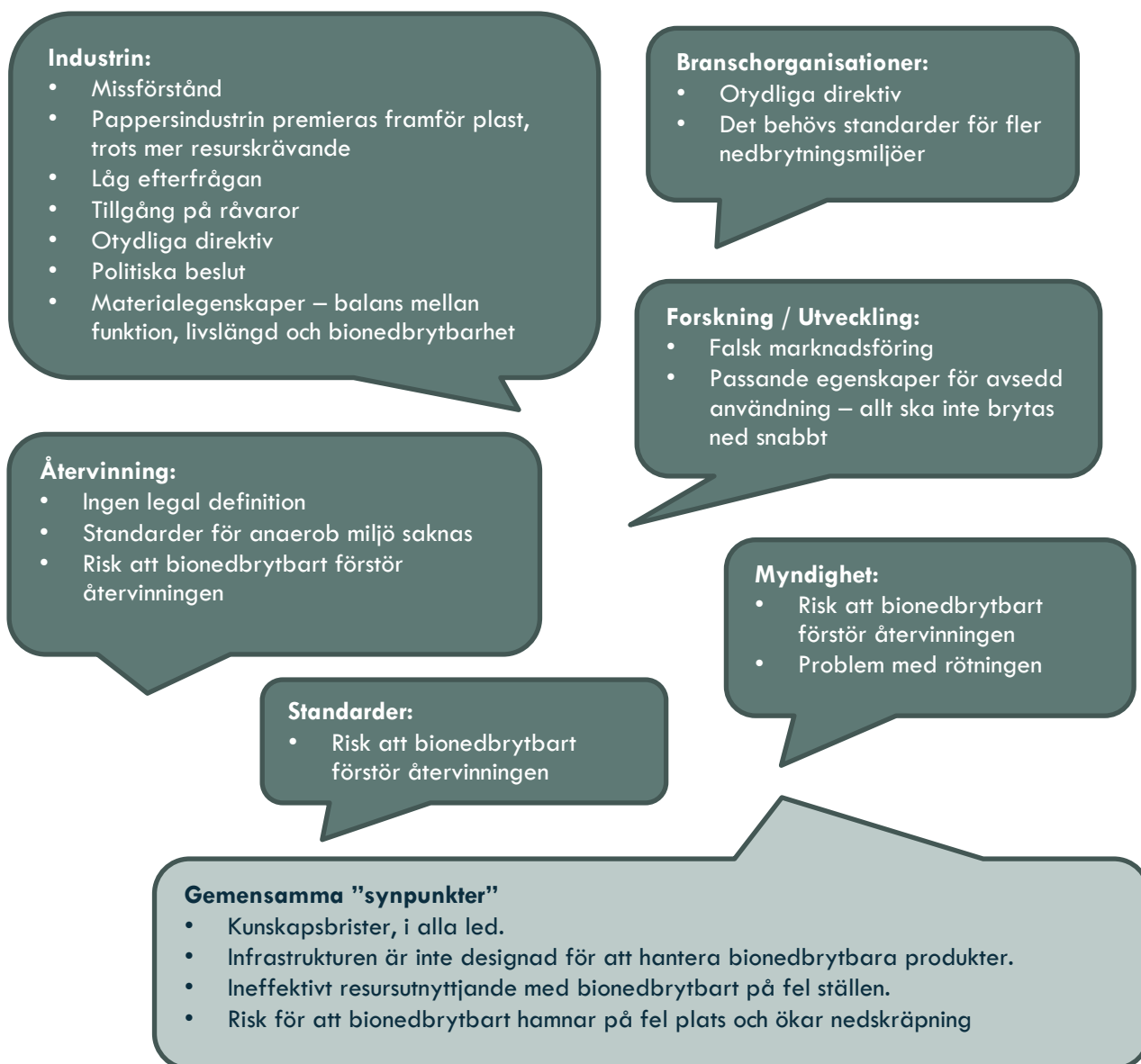
Svaren på de frågor som är fetmarkerats ovan redovisas i detalj nedan.

4.2.1 Största utmaningarna med bionedbrytbar plast

Intervjuerna visar på en samsyn kring de stora utmaningarna med bionedbrytbara plaster. Att bristen på kunskap riskerar att leda till att bionedbrytbara plastprodukter hamnar fel och bidrar till nedskräpning vilket leder till ett ineffektivt resursutnyttjande. En annan stor utmaning är att dagens infrastruktur inte är anpassad för bionedbrytbara plastprodukter.

Så det behövs en kunskapshöjning och en infrastruktur om bionedbrytbara plastprodukter ska kunna vara ett hållbart alternativ.

Figur 15: En sammanställning och sammanfattning av vad de intervjuade organisationerna såg som de stora utmaningarna samt var det fanns en samsyn.



4.2.2 Utvecklingsbehoven

Samsynen här kring utvecklingsbehoven pekar på det som även EU kommissionen har tagit upp i plastpolicyn att det behövs reglering som bland annat innehåller tydligare definitioner av bionedbrytbar plast. Även här nämns behovet av ökad kunskap och specifikt kring vilka material som bryts ned var.

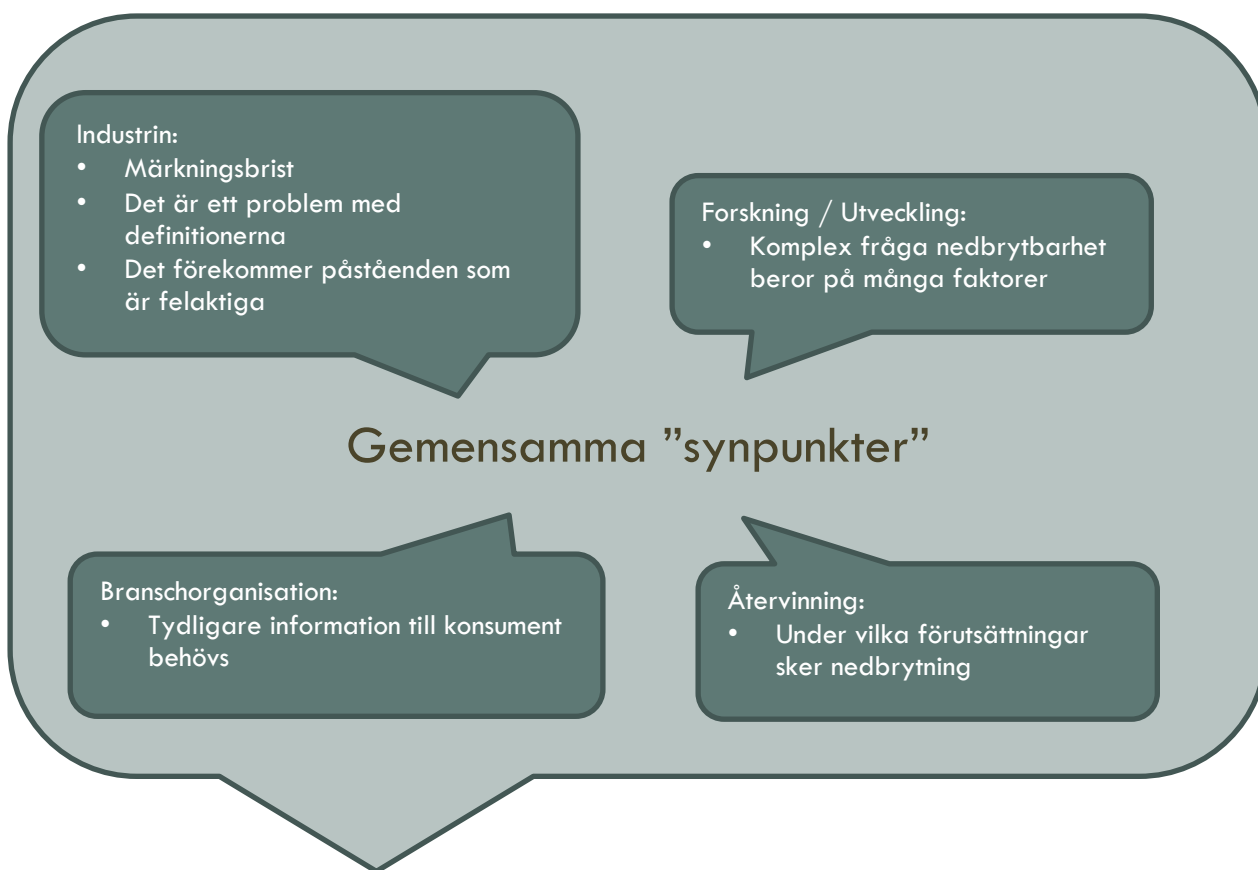
Figur 16: En sammanställning och sammanfattning av vad de intervjuade organisationerna såg som de stora utvecklingsbehoven och var det finns en samsyn.



4.2.3 Kunskapsluckorna

Det rådde en stor samsyn mellan de intervjuade aktörerna kring var kunskapsluckorna finns. Att det behövs kunskap kring hur förutsättningarna ser ut för när nedbrytning sker och det behövs tydligare definitioner. Sedan behövs det enhetlig märkning och tydlig märkning till slutanvändarna.

Figur 17: En sammanställning och sammanfattning av vad de intervjuade organisationerna såg som de stora kunskapsluckorna och att det här finns en samsyn



4.2.4 Applikationsområden där bionedbrytbar plast kan passa

Användningsområdena för bionedbrytbar anses vara relativt begränsat sett till de stora plastflödena. Däremot har ett antal applikationsområden identifierats där bionedbrytbar plast kan vara den bäst tillgängliga lösningen.

Vid följande omständigheter kan användningen av bionedbrytbar plast vara lämplig:

- Om insamlingen för återvinning av produkterna eller deras restprodukter inte är möjlig, inte är ekonomiskt genomförbar eller inte sker i praktiken.
- Om separation av produkterna från annat organiskt avfall inte är möjlig, inte är ekonomiskt genomförbart eller inte sker i praktiken.
- Där det finns utmaningar att ta bort eller samla upp produkten (eller fragment av produkten), efter användning.
- Där det finns en stor risk att plasten hamnar i naturen och riskerar att brytas ned till mikroplaster.

Tabell 10: Applikationer där bionedbrytbar plast kan vara ett bra alternativ.

Utmaning/Problem	Exempel på applikationsområde
Där materialet blir för kladdigt/förstört för att återvinna eller att insamling/sortering inte finns tillgängligt;	Engångsbestick (tallrikar, glas) Tråg för mat Sugrör
Där det är svårt att separera plast från organiskt material som är avsett för kompostering	Kompostpåsar Avfallspåsar

Utmaning/Problem	Exempel på applikationsområde
Där det finns utmaningar att ta bort eller samla upp produkten (eller fragment av produkten), efter användning.	Bäddfolie för olika grödor ex jordgubbar Jordbruksfilm Klistermärken för frukt och grönsaker, Plast i fyrverkerier Suturtråd Diskmaskinstabletter Utsädeskapslar Mikrokapslar för konstgödsel Trimmertråd Clips som håller uppe plantor i växthus
Där det finns en stor risk att plasten hamnar i naturen och riskerar att brytas ned till mikroplaster	Tuggummi Fiskenät Fotbollsplaner Granulat för konstgräsplaner Gummidäck Bärkassar Tvättsvampar Disktrasor Vätserverter Mikroplaster i kosmetika Flaskor Tunna krukor till tex örter

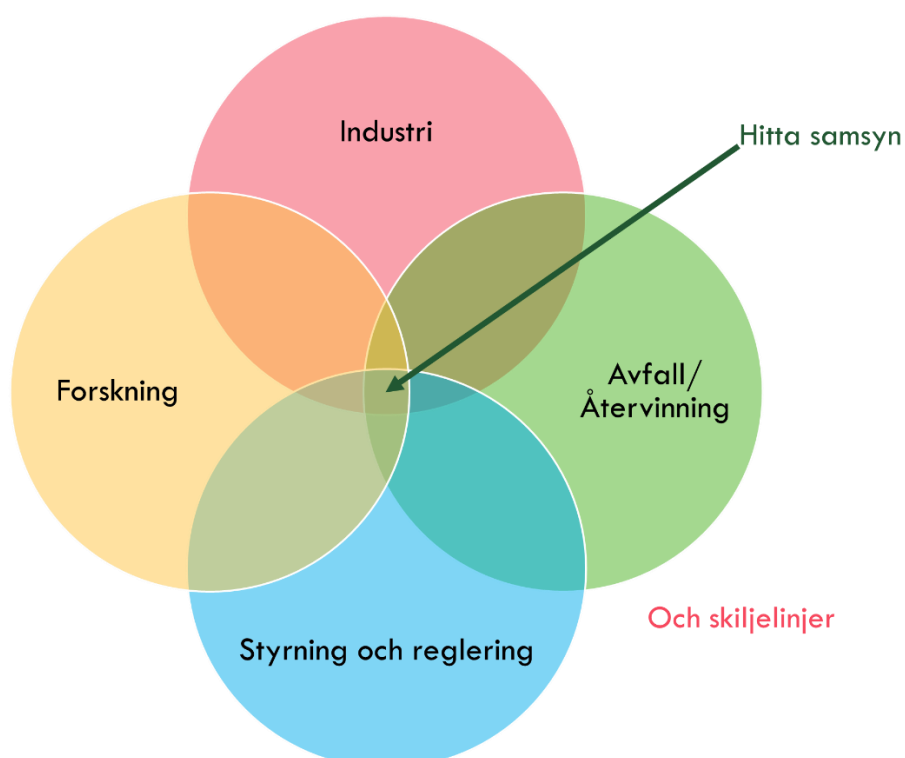
4.3 Rundabordssamtal

Kunskapsbrister och olika åsikter kring standarder och regleringar var de sakfrågor som identifierades som viktigast att lyfta till ytterligare diskussion i rundabordssamtal mellan de olika intressenterna.

Det första målet med detta var att ta fram en bild över hur de olika aktörernas syn på dessa frågor liknade eller skiljde sig från varandra. Finns en samsyn kring hur kunskapsluckorna ser ut samt vilka roller standarder och regleringar har i lösningar till viktiga frågor kopplade till nedbrytbarhet.

Rundabordssamtalen genomfördes tillsammans med de aktörer som anges i figur 14, ovan. Samtalen hölls digitalt via Teams och som stöd användes ett digitalt verktyg - Miro - som är en digital whiteboard.

Figur 18: Vision för rundabordssamtal.



4.3.1 Kunskapsluckor

För att få fram bilden över samsyn och skiljelinjer hade det till samtalen tagits fram ett antal påstående som deltagarna fick ta ställning till, om man höll med eller inte alternativt om man inte visste. I tabell 11 finns åtta påstående relaterade till kunskapsluckor.

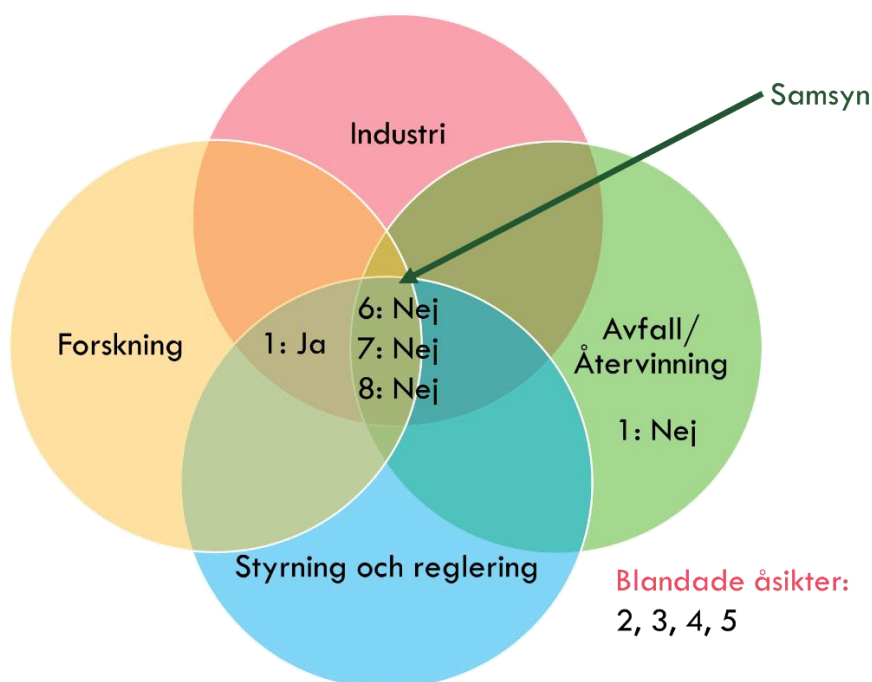
Tabell 11: Sammanställning av svar från intressenterna vid rundabordssamtal.

Nr	Områden och påståenden	Håller med	Håller inte med	Vet ej
Påståenden relaterade till kunskapsluckor				
Definitioner				
1	Definitionerna biobaserad, bionedbrytbar, komposterbar och bioplast är glasklara för mig.	De flesta håller med	Avfall Sv och Sv plaståtervinning håller inte med.	-
	Trossas kommentar:	Ganska stor samsyn. Även om de flesta anser sig kunna detta framgår att de inte har samma kunskap. Från intervjuerna framkom att vissa begrepp faktiskt blandades ihop även bland dem som ansåg sig ha god kännedom.		
Avfall/Återvinning				
2	Bionedbrytbar plast påverkar kvalitén på det återvunna plastmaterialet negativt.	De som ska ta hand om avfallet håller med och vill inte blanda bionedbrytbart med återvunnet samt några från industrin.	Flera industri-representanter håller inte med.	-
	Trossas kommentar:	Här är åsikterna delade och uppenbart färgade av egna perspektivet och egen kunskap.		
3	Bionedbrytbar plast påverkar rötningsprocessen negativt.	Bransch, forskning och myndighet håller med.	Industrin håller inte med eller vet ej.	Industrin och sv plaståtervinning vet ej
	Trossas kommentar:	Här finns ingen samsyn		
4	Bionedbrytbar plast påverkar biogödsel (rester från rötningsprocessen) negativt.	Forskning och avfall håller med.	Industrin håller inte med eller vet ej.	Industrin, NVV och sv plast-återvinning vet ej
	Trossas kommentar:	Här finns ingen samsyn		
5	Nytan med det som kommer ut från kompostering vs. Rötning är likvärdigt.	Ingen håller med.	Några (Industri och Avfall sv) håller inte med.	De flesta vet ej.
	Trossas kommentar:	Övervägande låg kunskap om detta. Enligt Avfall Sverige ⁷² är näringsinnehållet i biogödsel jämförbart med vad man kan få i mineralgödsel, vilket inte är fallet med kompostmassa. Systemet för rötning ger totalt sett större nytta då det även generar biogas. Problemet är att den komposterbara plasten inte bryts ned i rötningen.		
Nedbrytning i miljön				
6	Att en plast är komposterbar innebär att den bryts ned i naturliga miljöer.	-	Ingen håller med.	-
	Trossas kommentar:	Full samsyn bland intressenterna. Problemet gäller således vilken information som når konsumenterna.		
7	Att en plast är bionedbrytbar innebär att den kan brytas ned i naturliga miljöer.	Sv plaståtervinning håller med och menar att en plast som definieras som bionedbrytbar ska brytas ned i naturen.	De flesta håller inte med.	Avfall Sv vet ej.
	Trossas kommentar:	Ganska stor samsyn. Det är svårt att veta hur stor nedbrytning som faktiskt sker i naturliga miljöer. Dvs begreppet bionedbrytbar är lite oklart.		
8	Ursprunget är mindre viktigt om plasten är bionedbrytbar.	BASF håller med.	Alla utom BASF håller inte med.	-
	Trossas kommentar:	Stor samsyn om att det är viktigt med biobaserat material som används till bionedbrytbara material.		

⁷² Avfall Sverige – Webbplats biogödsel: <https://www.biogodsel.se/bli-biogoedselanvaendare/vad-saeger-lantbrukaren/> (2022-06-20).

Deltagarna upplevde det som värdefullt att diskutera meningsskillnaderna med aktörer från andra delar av branschen än den egna. Deras svar grupperades till respektive intressentgrupp och graden av samsyn visualiserades i figur 19. Det framgår tydligt att de deltagande aktörerna har skilda åsikter på flera punkter men på andra punkter finns stor samsyn. Påstående 1 om kännedom om definitioner gav ett tydligt resultat med samsyn mellan tre aktörsgrupper och en grupp med en annan åsikt: Avfallshanterarna menar att definitionerna inte är glasklara för dem.

Figur 19: Redovisning av bedömning av samsynen kring identifierade kunskapsluckor.



4.3.2 Standarder och regleringar

Nästa övning handlade om standarder och regleringar och i tabell 12 finns fem påstående relaterade till detta samt beteende och information, som på sikt blir konsekvenser av regleringar. Tyvärr så uppstod det problem med whiteboard-funktionen Miro där det blev fel hos leverantören. Diskussionen utgick som planerat från påståendena i tabell 12 men blev mer fri, men en sammanvägning av svaren har ändå gjorts nedan.

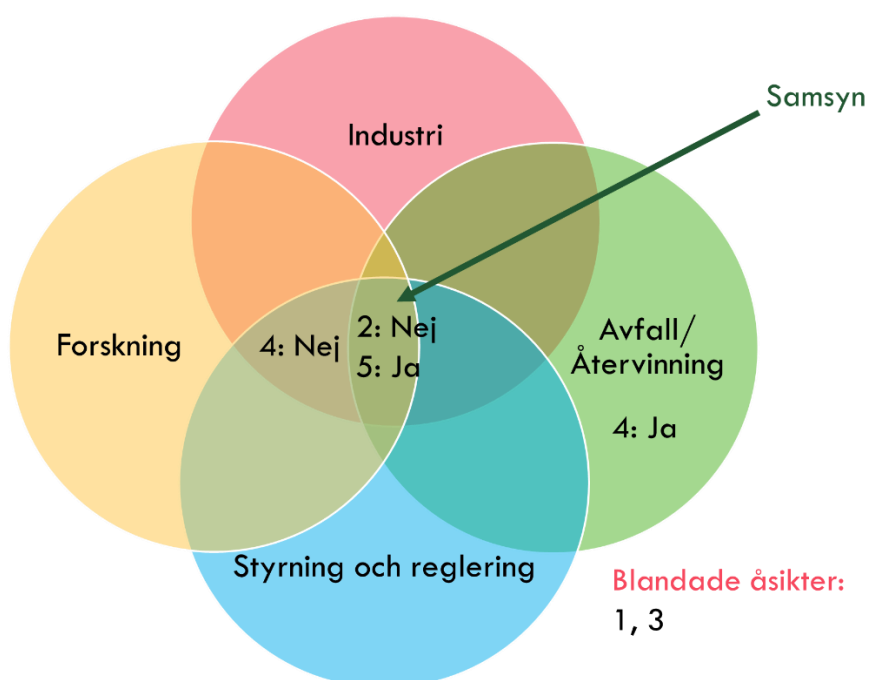
Tabell 12: Sammanställning av svar från intressenterna vid rundabordssamtal.

Nr	Områden och påståenden	Håller med	Håller inte med	Vet ej
Påståenden relaterade till standarder och regleringar				
Standarder				
1	Fler mer specifika standarder behövs för olika applikationer och miljöer.	IVL och Sv plaståterv. håller med	Biobag håller inte med. Oklart vad övriga industri-aktörer anser.	Avfall Sv vet ej.
	Trossas kommentar:	Troligen ingen samsyn. IVL: Det standarder kan lösa är att vi pratar om samma sak och de kan utmana lagstiftningen. Målsättning att skapa gemensamma definitioner, även ur ett internationellt perspektiv.		
2	Färre och mer generella standarder behövs för att täcka behoven.	-	Ingen av de som svarat håller med.	Avfall Sv vet ej.
	Trossas kommentar:	Troligen samsyn. Man verkar inte tycka att det är ett problem att det finns väldigt många standarder.		

Beteende				
3	Bionedbrytbar plast ökar nedskräpningen då dessa material kan övertyga människor om att det är okej att kasta plast i naturen.	Avfallshanterarna tror att bionedbrytbar plast hamnar i naturen.	Biobag håller inte med.	-
	Trossas kommentar:		Delade meningar.	
Information/Kommunikation				
4	Tydlig information kan säkerställa att produkter inte hamnar i den naturliga miljön.	Avfall Sv håller med.	Övriga håller inte med.	-
	Trossas kommentar:		Viss samsyn om att information faktiskt inte hjälper. Vi tänker att den viktigaste märkningen av plast är "släng inte i miljön".	
Reglering				
5	Befintlig lagstiftning är tydlig och säkerställer att utvecklingen går åt rätt håll.	Alla håller med.	-	-
	Trossas kommentar:	Full samsyn kring att lagstiftning har en viktig funktion. NVV: Regleringar styr mot rätt beteende och gör tydligt att vissa saker ska bort. Nackdel är att det i vissa fall kan hämma innovationsviljan. För branschen i stort kan regleringar skapa tydliga förutsättningar när man ska utveckla nya material.		

Kring dessa påståenden fanns det mycket att säga men inte så tydliga åsikter. Resultaten har även för dessa områden sammanställts i motsvarande bild som ovan för kunskapsluckorna. Störst skillnader i åsikter fanns kring om det behövs fler standarder och om bionedbrytbar plast skulle öka nedskräpningen. En tydlig skiljelinje fanns kring frågan om information kan minska mängden plast som hamnar i miljön där avfallshanterarna tror det men inte övriga deltagare.

Figur 20: Redovisning av bedömning av samsynen kring rollen av **standarder och regleringar**.



4.3.3 Vad behöver göras härnäst?

Den sista frågan som diskuterades var vad deltagarna tyckte behövde göras härnäst. De som tydligast framkom var följande:

Industri: Förtydliga SUP-direktivet så att det stimulerar innovation. Undvika hybridmaterial

IKEM: Det råder hög grad av okunskap inom ämnet i stora delar av värdekedjan och hur materialen i verkligheten kommer att tas om hand efter sin livslängd. En generell kunskapshöjning bland viktiga beslutsfattare inom samhället och plastindustrin vore bra, och att man inte använder dessa plasttyper för att "greenwasha" sina produkter.

NVV: Mer kunskap om hur vi går framåt och vilka tillämpningar som är viktiga.

IVL: Kapacitetsfrågan avseende biobaserade material måste öka oavsett om de är nedbrytbara eller inte. Vi kan inte nå målen om fossilfritt med det som produceras idag.

Gemensamt konstaterande: I dagsläget prioriteras biobaserat framför bionedbrytbart.

5 Slutsatser och rekommendationer

Trossas slutsatser och rekommendationer baseras både på information insamlad i kartläggningarna och sammanvägningar av aktörernas åsikter i intressentdialogerna.

5.1 Slutsatser

Intressentdialogen i form av intervjuer och rundabordssamtal har visat att det finns ett stort engagemang från olika aktörer för frågor kopplat till hållbarhetsaspekter och material. Däremot handlar dessa hållbarhetsprioriteringar ofta om ursprunget på material; att antingen välja ett annat material än plast, eller att välja en plast av biobaserad råvara istället för fossilt ursprung. Bionedbrytbarhet blir i det sammanhanget ofta en sekundär fråga som oftast inte prioriteras varken av näringsliv eller policyutvecklare.

Anledningen kan vara den stora komplexitet som finns inom området både när det gäller processen för bionedbrytbarhet samt de olika miljöförutsättningar som varierar kraftigt och påverkar nedbrytbarheten hos olika produkter.

Generellt finns det ett behov av att tydliggöra och kommunicera definitioner och kriterier kring bionedbrytbarhet för att kunna avgöra vilka material som är lämpliga i vilka applikationer. Tydliga ramar krävs för att driva innovationen inom området och det handlar om att reda ut vilken plats den bionedbrytbara plasten har i en framtida cirkulär ekonomi.

De slutsatser som har dragits från arbetet har grupperats i följande områden: Drivkrafter, kompetens i Sverige, samverkan, materialutveckling och behov av styrning.

5.1.1 Drivkrafter

En viktig drivkraft är regleringar vilket är något som lyfts fram under intressentdialogerna. Som har nämnts tidigare i rapporten så saknas det regleringar specifikt kring nedbrytbarhet på EU-nivå. Vid rundabordssamtalen ägnades en del av tiden till att diskutera brister i SUP-direktivet, bland annat att direktivets nuvarande utformning hämmar innovation kring framtagning av nya material. En slutsats som kan dras från den diskussionen är vikten av att föra en dialog med nyckelaktörer kring utformning av regleringar framöver så att hållbara material premieras och att regleringarna inte hämmar innovation.

En annan viktig drivkraft är standarder som enligt intressenterna kan samla aktörer genom att skapa gemensamma definitioner samt även att utmana regleringar.

5.1.2 Kompetens i Sverige

Resultatet av de sökningar som har gjorts inom projektet kopplat till området bioplast, visar att det pågår mycket aktivitet i Sverige.

De definitioner som enligt sökningarna används av myndigheter och organisationer är mestadels väldigt överensstämmande. Men flera av de aktörer som ingick i intressentdialogen hade problem med begreppen där de exempelvis inte tydligt skiljde på "biobaserad" och "bionedbrytbar".

Många aktörer verkar ha fokus främst på sin nisch och det uppstår missförstånd mellan exempelvis myndigheter och materialtillverkare. En slutsats är att det behövs fler forum där aktörer från olika områden möts och får möjlighet att diskutera och lyssna på olika perspektiv för att skapa förutsättningar att öka samsynen kring frågor kopplat till bionedbrytbarhet.

5.1.3 Samverkan för att utveckla området

Nedskräpning och oavsiktlig spridning av bionedbrytbara material leder inte bara till ineffektivt resursutnyttjande, utan kan också skapa föroreningar i naturen. Detta då bionedbrytbara material idag endast produceras och certifieras för att kunna brytas ner under väldigt specifika förutsättningar.

Dagens infrastruktur är inte designad för att den kan ta hand om bionedbrytbara plaster. Slutsatsen är att om bionedbrytbara material ska ha en plats i ett hållbart samhälle så måste det säkerställas att det finns system som tar om hand om materialen och att de hamnar där det kan brytas ned.

Vid rundabordssamtalen nämndes det vid ett flertal tillfällen att det var synd att en aktör som Avfall Sverige inte var närvarande då avfallsfrågan sågs som central. Generellt är branschorganisationer viktiga aktörer att få med då de kan samla flera intressenter kring gemensamma frågeställningar.

Det finns svårigheter idag med att material ska vara hållbara under användningsfasen och först därefter brytas ned. Samt det faktum att material som är bionedbrytbart under vissa betingelser hamnar i miljöer där dessa betingelser inte gäller. Dessa utmaningar måste hanteras och det kommer att kräva utveckling av nya material och där är forskningen och industri viktiga aktörer som behöver samarbeta.

5.1.4 Vad behövs för att designa hållbara material

Det råder stor uppfinningsrikedom kring val och utnyttjande av råvaror samt innovativa lösningar. Från industrins sida upplevs det dock som att en del av den lagstiftning som tillkommit som resultat av drivkrafter för framdrift inom området, i stället leder till problem för dessa innovativa lösningar. Så även om det tas fram en metod som fungerar för ett givet ändamål är det inte säkert att det går att applicera i praktiken på grund av ej helt genomarbetad lagstiftning.

Behovet av att utveckla nya material var något som framkom i intressentdialogen och där det rådde samsyn mellan olika aktörer. För att underlätta arbetet med utveckling av nya material, behövs sannolikt tydliga direktiv för vad som är tänkt i infrastrukturen så att innovatörer lägger fokus på "rätt" områden.

5.1.5 Behov av metoder, standarder och certifiering, samt kriterier för att beskriva, redovisa och verifiera affärs- och hållbarhetserbjudanden

Trots att det finns en uppsjö metoder, standarder och testmetoder tillgängliga för nedbrytbar plast är befintliga standarder inte anpassade för att ta hänsyn till flera av de faktiska miljöer där plasten till sist hamnar. Framför allt fungerar befintliga testmetoder i avgränsade miljöer såsom industriell kompostering där det är möjligt att kontrollera miljö. För öppna miljöer såsom mark, sötvattensmiljöer eller havsvatten kan förhållandena skilja sig väldigt mycket åt och i dessa miljöer är det därför svårt att säkerställa den faktiska nedbrytbarheten.

Det är svårt att bedöma vilka tester som behöver göras eftersom det i många fall inte går att förutse i vilken miljö produkten i slutändan hamnar i.

Certifieringar för nedbrytbarhet bygger på standarder som använder sig av olika testmetoder för att mäta nedbrytbarhet samt kriterier för under vilken tidshorisont som materialet behöver brytas ned. Tidsaspekten är viktig och till vilken grad nedbrytning sker är kommuniceras inte alltid till konsumenter.

5.2 Rekommendationer och Bioinnovations roll

Bioinnovation arbetar för att stötta projekt med syftet att skapa förutsättningar för nya biobaserade produkter och utökad gränsöverskridande samverkan.⁷³ Detta sker bland annat genom tematiska utlysningar inom områden med särskilt stor potential att bidra till utvecklingen av en cirkulär bioekonomi. Det genomförs också hypotesprövningar där en viss idé testas. Bioinnovation arbetar även med att sprida och öka kunskap, samt tillhandahålla mötesplatser och plattformar för samverkan mellan olika aktörer. När det kommer till framtida satsningar för bionedbrytbar plast har följande identifierats som möjliga områden:

5.2.1 Utlysningar

Förslag på forskning avseende följande områden:

- Utveckla material för applikationer där bionedbrytbar plast ses som det bästa alternativet (Se tabell 10 i avsnitt 4.2.4)

⁷³ Bioinnovation, Vad vi gör: <https://www.bioinnovation.se/agenda/vad-vi-gor/> (2022-05-30)

- Identifiera fler applikationsområden där bionedbrytbar är ett bra alternativ. (Exempelvis där materialet är svårt att separera, svårt att samla upp eller där det finns stor risk att plasten hamnar i naturen).
- Alternativa testmetoder för att mäta bionedbrytbarhet i naturliga miljöer såsom havsvatten, sötvatten eller skogsmark.
- Undersöka om det finns ett faktiskt samband mellan produkter som marknadsförs som bionedbrytbara och ökad nedskräpning.
- Hur bionedbrytbar plast påverkar återvinningsprocesser, rötning samt kvalitet på återvunnet material.

Andra utlysningar:

- Ge förutsättningar och stötta initiativ som kan lösa kapacitetsfrågan genom att identifiera material som har potential att skalas upp och finansiera möjligheten till en kommersiell produkt.

5.2.2 Kunskapslyft

Behovet är stort av ökad kunskap kring bionedbrytbara material i hela värdekedjan, såväl hos företag, konsumenter och beslutsfattare. Här är det viktigt att enas kring begrepp och standarder avseende bionedbrytbara material. Förslag på viktiga områden att enas kring:

- Sprida kunskap om begrepp, definitioner, standarder, certifieringar, dess innebörd och begränsningar till relevanta målgrupper. Exempelvis genom en satsning såsom Biolyftet.
- Hur begreppet bionedbrytbart ska användas och marknadsföras. Bör begreppet bionedbrytbart alltid kombineras med avsedd miljö (ex. "bionedbrytbart i vatten" eller "bionedbrytbart i trädgårdskompost").

5.2.3 Mötesplatser och evenemang

Rundabordssamtalet som anordnades visade på att det finns ett behov från olika intressenter att mötas och diskutera frågor om bionedbrytbar plast. Här kan BioInnovation hjälpa till att skapa forum och mötesplatser för olika aktörer att utbyta kunskap och idéer, knyta kontakter, nya nätverk och inspiration.

Exempelvis skulle sådana forum kunna behandla frågor om:

- Hur regleringar kan utformas för att stimulera innovation avseende bionedbrytbara material.
- Diskutera frågor som när bionedbrytbarhet är eftersträvarvärt och när det inte är det.
- Om kompostering är relevant i en svensk kontext med tanke på att satsningar främst skett inom biogas.

5.2.4 Samverkan

För att överkomma de hinder som finns med bionedbrytbar plast behövs samverkan mellan olika aktörer. Här har BioInnovation möjlighet att arbeta både nationellt och internationellt genom att arbeta för ökad samverkan mellan olika forskningsprojekt, branschorganisationer, beslutsfattare och industri.

Exempel på samverkan skulle kunna röra:

- Reda ut kvarstående myter och missförstånd där det idag inte finns samsyn.
- Skapa en gemensam syn mellan viktiga aktörer hur information kring bionedbrytbarhet ska utformas för produkter och nå slutkonsument.
- Skapa gemensamma initiativ som kan lösa kapacitetsfrågan för biobaserade och bionedbrytbara material så att dessa material kan skalas upp och kan bli en kommersiell produkt.

