

Kartlegging og mulighetsrom i verdikjeden for PET- og resirkulert PET-emballasje (rPET) i det norske markedet

Rapport til Forum for sirkulær
plastemballasje

15. Mai 2023



Sammendrag

Deloitte har gjennomført en kartlegging av PET- og rPET-emballasje i Norge, herunder muligheter og barrierer for økt materialgjenvinning av denne materialstrømmen. Kartleggingen er basert på en gjennomgang av tilgjengelig informasjon og forskningslitteratur, samt intervjuer med norske og europeiske nøkkelaktører på tvers av hele verdikjeden for PET-emballasje.

Deloitte har også samlet inn data for volum av PET-emballasje som er satt på det norske markedet, innsamlet, materialgjenvunnet og energigjenvunnet, både i og utenfor det norske pantesystemet.

Kartleggingen viser at det har stor betydning for andelen PET-emballasje som samles inn og materialgjenvinnes om emballasjen kanaliseres gjennom pantesystemet eller ikke. Totalt ble ca. 44 085 tonn PET-emballasje satt ut på det norske markedet i 2021. Innsamlingsgraden i det norske pantesystemet var ca. 99 %. Utenfor pantesystemet ble imidlertid kun ca. 23 % samlet inn fra husholdninger og næringer. Materialgjenvinningsgraden i pantesystemet var på ca. 93 %, mens utenfor pantesystemet var den på ca. 3,4 %.

I dag er det få muligheter for å utsortere og materialgjenvinne andre emballasjeprodukter av PET. Mye skyldes at produktene inneholder ulike typer polymerer, forurensning og at kravet til design ikke er enhetlig og egnet for resirkulering.

I Norge reguleres håndteringen av emballasjeavfall primært av forurensningsloven og avfallsforskriften. Gjennom EØS-avtalen påvirker EUs avfallspolitik for plast det norske avfallsregelverket. Kommende reguleringer fra EU vil stille krav til andel ombrukbar emballasje og resirkulerbart materiale. Aktører som er intervjuet i denne kartleggingen peker på at reguleringen vil kunne forsterke utfordringer knyttet til tilgjengelighet av resirkulert PET. Videre nevnte aktørene at reguleringen kan bidra til å akselerere utviklingen av gjenvinningsteknologier for PET-emballasje.

Flere aktører i PET-verdikjeden opplever en økt etterspørsel etter resirkulert PET-granulater av god kvalitet. Kartleggingen viser at

økt etterspørsel etter rPET-granulater gir behov for å utvikle løsninger for bedret infrastruktur tilknyttet innsamling og sortering av PET-emballasje som ikke er omfattet av panteordningen. For å øke tilgangen på rPET-granulater, er det videre det behov for å designe emballasjeprodukter av PET på en måte som er bedre egnet til innsamling- og gjenvinningssystemer. Dersom prisen på rPET-granulater reduseres, vil det i tillegg kunne øke andelen av materialet i nye produkter.

Kartleggingen viser at det er et stort potensial for økt utsortering og materialgjenvinning av PET-emballasje som ikke er omfattet av pantesystemet, og at dette krever bedre infrastruktur for innsamling, sortering og gjenvinning og mindre produktvariasjon og en enhetlig forståelse av design for resirkulering.

I tillegg viser kartleggingen at økt materialgjenvinning av PET-emballasje og innblanding av rPET-granulater i emballasjen avhenger av utvikling av gjenvinningsteknologier. I dag er mekanisk gjenvinning av PET-emballasje mest utbredt. I denne gjenvinningsprosessen er kvaliteten på sluttproduktet svært avhengig av kvaliteten og renheten på materialene som går inn. Det er derfor flere aktører som ser på muligheten for kjemisk gjenvinning. Forskningslitteratur viser at i den kjemiske gjenvinningsprosessen er kravet til kvaliteten på PET-emballasjen som går inn i gjenvinningsprosessen lavere, mens kvaliteten på sluttproduktet er tilnærmet like god som for jomfruelig PET.

Resultater fra denne kartleggingen viser at de ulike aktørene i verdikjeden har noe ulikt perspektiv på hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes. Videre kan det se ut til at vurderingen av hva som er den beste tilgjengelige teknologien er situasjonsavhengig. Flere aktører nevnte at fremtidens sluttprodukt vil bestå av en større andel (70-80 %) resirkulert materiale fra mekanisk gjenvinningsteknologi, mens en mindre andel (20-30 %) vil bestå av resirkulert materiale fra kjemisk eller «enhanced» gjenvinningsteknologi.

Innhold

0. Innledning	4	4. Regelverk knyttet til PET- og rPET-emballasje	23
Bakgrunn og metode	5	Gjeldende og foreslåtte regelverk	24-25
Verdikjeden for emballasjeprodukter av PET	6		
Ordliste	7-9	5. Drøfting av muligheter	26-30
1. Det norske markedet for PET- og rPET-emballasje	10	6. Referanser	31
Kjennetegn ved hvert ledd i verdikjeden for PET-emballasje	11	Referanseliste	32
Volum av PET-emballasje i pantesytemet i Norge	12		
Volum av PET-emballasje utenfor pantesytemet i Norge	13	7. Vedlegg	33
Markedet for PET-emballasje og rPET-emballasje i Norge	14-15	Vedlegg 1: Markedet for PET-emballasje i Europa	34
		Vedlegg 2: Egenskaper ved PET-polymeren som påvirker kvaliteten på sluttproduktet etter gjenvinning	35
2. Materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesytemet	16	Vedlegg 3: Gjenvinningsteknologier for PET-emballasje	36
Infrastruktur for innsamling, sortering og gjenvinning	17	Vedlegg 4: Beskrivelse av gjenvinningsteknologier	37
Materialsammensetning og design av PET-emballasje	18	Vedlegg 5: Nye gjenvinningsteknologier	38
		Vedlegg 6: Nye forskningsprosjekter	39
3. Kvalitetsutfordringer forbundet med gjenvinning av PET-emballasje og bruk av rPET i emballasje	19	Vedlegg 7: Regelverk tilknyttet matkontaktmaterialer	40
Perspektiver på kvalitet	20-21		
Fremtidens gjenvinningsløsning og sluttprodukt	22		



Norge må øke materialgjenvinning av plastemballasje med omtrent 40 000 tonn årlig for å nå målene om 50 % gjenvunnet plastemballasje innen 2025 og 55 % innen 2030.¹



Kilder:
1 Emballasjeforeningen. Veikart for sirkulær plastemballasje. (2019)

Bakgrunn og metode

Forum for sirkulær plastemballasje ble etablert i 2018, med formål om å invitere ulike deler av verdikjeden til dialog om resirkulering av plastemballasje og EUs nye plaststrategi. I 2019 lanserte forumet et veikart for sirkulær plastemballasje i Norge som beskriver utfordringer og virkemidler for sirkulære plastverdikjeder i Norge, både i et bransje- og myndighetsperspektiv.

Ifølge Forum for plastemballasje må Norge øke materialgjenvinningen av plastemballasje med ca. 40 000 tonn årlig for å nå målene om 50 % materialgjenvunnet plastemballasje i 2025 og 55 % i 2030 (basert på dagens emballasjemengde).

Deloitte har på vegne av Forum for sirkulær plastemballasje kartlagt verdikjeden for emballasjeprodukter av PET og resirkulert PET (rPET) i det norske markedet og muligheter og barrierer for økt materialgjenvinning av PET-emballasje.

Med bakgrunn i formålet, har Deloitte undersøkt følgende tema og problemstillinger:

- **Volum og bruksområder for PET-emballasje i det norske markedet:**
 - Hvor mye PET-granulater benyttes i annen emballasje enn den som inngår i pantesystemet?
 - Hva er de vanligste bruksområdene til emballasjeprodukter av PET?
- **Muligheter og barrierer knyttet til materialgjenvinning av PET-emballasje:**
 - Hvordan kan materialgjenvinning av PET-emballasje som ikke går i pantesystemet økes og bli en fraksjon for materialgjenvinning i Norge, eventuelt i Norden gjennom nordisk samarbeid?
 - Hvilke kvalitetsutfordringer er forbundet med gjenvinning av PET-emballasje, herunder hvilket nivå av rPET-granulater kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes, også sett i lys av en internasjonal verdikjede?

Deloitte har på bakgrunn av kartleggingen sammenstilt et faktagrunnlag om emballasjeprodukter av PET og rPET i Norge, presentert i denne rapporten. Når det gjelder undersøkelsen av muligheter og barrierer knyttet til materialgjenvinning av PET-emballasje, har Deloitte nærmere undersøkt det norske markedet for emballasjeprodukter av PET og rPET, kvalitetsutfordringer forbundet med gjenvinning av PET-emballasje og bruk av rPET-granulater og materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet.

Kartleggingen er basert på dokumentanalyse og intervjuer med forskningsinstituttene Norner og Sintef, store brukere av PET-emballasje i Norge og Europa, returselskaper og gjennvinnere av PET-emballasje til rPET-emballasje. Deloitte har i forbindelse med denne kartleggingen også utarbeidet og sendt ut en spørreundersøkelse til store brukere av PET-emballasje i Norge.

Dokumentanalyse: Data som viser volum av PET-emballasje som settes på markedet og materialgjenvinnes er gjennomgått og analysert. Videre har Deloitte analysert de vanligste bruksområdene for emballasjeprodukter av PET og hvordan andelen resirkulerte PET-granulater i nye produkter påvirker kvaliteten på det resirkulerte materialet gjennom tilgjengelig forskningslitteratur og rapporter.

Intervjuer: Deloitte har gjennomført totalt 11 intervjuer på tvers av verdikjeden for PET-emballasje i Norge og Europa. Intervjuene er gjennomført for å få innsikt i kvalitetsutfordringer knyttet til rPET-emballasje, og hva potensialet for å øke materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet er. De intervjuede er blant annet spurt om hva de vurderer som utfordringer og muligheter når det gjelder materialgjenvinning av PET-emballasje.

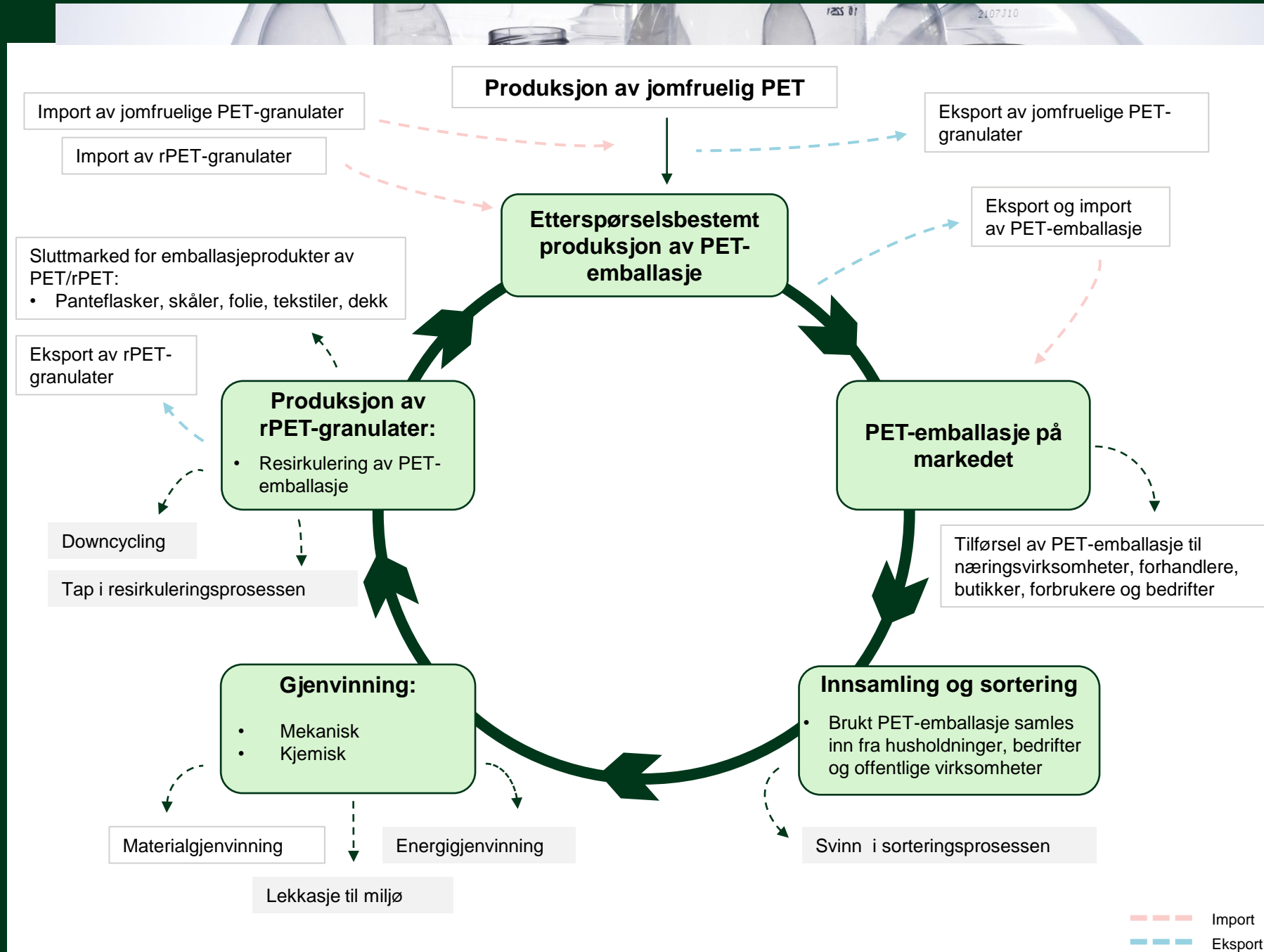
Oppdraget er utført i tett dialog med Forum for sirkulær plastemballasje og det er gjennomført jevnlig statusmøter underveis, der blant annet intervjuobjekter og gjennomgått dokumentasjon er avklart med forumet.

Prosjektet er tildelt forskningsmidler av Handelens miljøfond.

Verdikjeden for emballasjeprodukter av PET

Figuren illustrerer de ulike stadiene som inngår i verdikjeden for emballasjeprodukter av PET i Norge.

Verdikjeden er en sammenhengende og kontinuerlig prosess. PET-emballasjen som settes på markedet i Norge kan enten produseres lokalt eller importeres, og blir senere samlet inn og sortert for videre resirkulering. Den resirkulerte PET-emballasjen kan enten benyttes i produksjon av ny emballasje i Norge, eller eksporteres til utlandet for videre behandling.



Ordliste – del 1 av 3



Additiver	Additiver er tilsetningsstoffer som ilegges emballasjen for å endre egenskapene til materialet, eksempelvis for å forbedre ytelsen eller sammensetningen av emballasjen.
Downcycling	Resirkulering av avfall der det resirkulerte materialet er av lavere kvalitet og funksjonalitet enn det opprinnelige materialet.
EFSA	EFSA er den europeiske myndigheten for næringsmiddeltrygghet, og er ansvarlige for å utvikle politikk og lovgivning knyttet til mat- og fødsikkerhet i EU. Formålet med EFSA er å forbedre matsikkerheten, sikre forbrukervern og opprettholde tilliten til EUs matforsyning. EFSA vurderer også sikkerheten til stoffer som brukes i matkontaktmaterialer og resirkuleringsprosesser for resirkulert plast.
Ekstrudering	En prosess for bearbeiding og forming av plast og metaller til produkter som bl.a. stenger, tråd, bånd, folier, slanger og rør.
Emballasje	Emballasje er i avfallsforskriften § 7-3 definert som ethvert produkt og enhver engangsartikkel, som består av materialer av hvilken som helst art, brukt til innpakning, beskyttelse, håndtering, levering fra produsent til bruker og presentasjon av varer, herunder råvarer og ferdigprodukter.
Energigjenvinning	Avfall omdannes til fornybar energiproduksjon, slik at avfall fra husholdninger, kommunale virksomheter og næringsliv som ikke kan materialgjenvinnes kommer til nytte fremfor å deponeres. Omdannet energi benyttes i produksjon av fjernvarme, elektrisitet og industridamp.
Enhanced gjenvinningsteknologi	Gjenvinningsteknologi der PET-polymeren brytes ned til sin opprinnelige form (monomer). Monomere kan deretter benyttes i produksjon av ny høykvalitets PET-emballasje.
PET-granulat	Standard råmateriale brukt i produksjon av plastemballasje. PET-granulater er små, ensartede biter av jomfruelig PET-materiale eller brukt og resirkulert PET-emballasje, som kan benyttes som råmateriale i produksjon av ulike emballasjeprodukter som PET-flasker, -skåler eller -brett.
Iboende viskositet (IV)	Iboende viskositet (IV) er en egenskap ved PET-polymeren som reflekterer hvor tykk eller motstandsdyktig plasten er når det blir utsatt for en ekstern påvirkning. IV-verdien indikerer viktige egenskaper i plasten, som smeltepunkt, krystallinitet og strekkstyrke i plasten, og kan variere avhengig av materialets bruksområde. PET-polymeren klassifiseres i ulike kvalitetsgrader basert på den iboende viskositeten. IV-verdien til ulike produkter: Fiber: 0,40-,70 dL/g. Film: 0,70-1,00 dL/g. Drikkeemballasje til vann: 0,70-0,78 dL/g. Varmesett: 0,78-0,80 dL/g. Drikkeemballasje til kullsyreholdig drikke: 0,80-0,85 dL/g.
Infinitum	Drifter den norske panteordningen for drikkevareemballasje i aluminium, stål og plast. Gjennom panteordningen sørger de for en effektiv innsamling av alle flasker og bokser med det norske pantemerket, ved at disse kan pantes gjennom den nasjonale panteordningen.

Ordliste – del 2 av 3



Kjemisk gjenvinning	Depolymisering av polymerer under kontrollerte forhold der de gjenvunnede kjemiske bestanddelene blir brukt som råstoff i produksjon av nye materialer.
Krystallisasjonsnivå	Andelen av et materiale som krystalliseres (dannelse av krystaller av et materiale fra gassformig, flytende eller oppløst tilstand) i en gitt produksjonsprosess. Krystallisasjonsnivået kan påvirke egenskapene til det ferdige produktet, som styrke, holdbarhet og hvor hardt produktet er.
Krystallmorfologi	Beskriver formen og strukturen i krystaller. Egenskapene ved et materiale avhenger ofte sterkt av morfologien.
Massebalanse	Prinsipp som handler om å balansere mengden av materiale som kommer inn og går ut av et system. Det innebærer å beregne mengder av hva som går inn og ut av et system, samt eventuelle endringer som oppstår innenfor systemet.
Materialgjenvinning	Materialer i avfallet brukes på nytt i produksjon av nye stoffer og produkter.
Mekanisk gjenvinning	Prosessering av plastavfall til sekundært råmateriale uten å signifikant endre den kjemiske strukturen til en gitt polymer.
Migrering av kjemikalier	Overføringen av kjemiske forurensninger fra materialer som kommer i kontakt med mat til maten i seg selv.
Monomateriale	Et monomateriale er et produkt som kun består av ett enkelt materiale eller fiber. Produkter laget av monomaterialer er som regel enklere å resirkulere enn produkter sammensatt av flere materialer, ettersom det reduserer mengden energi som kreves for å separere eller skille ulike materialer fra hverandre.
Multimateriale emballasjeprodukter	Multimateriale emballasjeprodukter består av flere lag med ulike materialer som er satt sammen for å lage fleksibel emballasje, som for eksempel poser og folier, eller stivere emballasjeprodukter som brett og kopper. Denne typen emballasje kan imidlertid være utfordrende å resirkulere, da det krever spesialisert teknologi for å kunne skille de ulike materialene fra hverandre.
Pantesystemet i Norge	Den norske panteordningen er en nasjonal ordning som tillater forbrukere å pante drikkevarebeholdere med et norsk pantemerke, og få refundert et pantebeløp når disse returneres til en panteautomat eller enkelte butikker. Panteautomaten komprimerer de innsamlede produktene, før disse transporteres videre til Infinitums sorteringsanlegg. Pantesystemet sikrer at innsamlet materiale er av høy kvalitet, som kan benyttes i produksjon av nye drikkevareflasker og –bokser. Ordningen administreres av Infinitum som har til formål å øke gjenvinningen av plast- og metallholdige drikkebegre.
PET (Polyethylene terephthalate)	En type plastpolymer som ofte benyttes som emballasjemateriale i produkter som drikkeflasker og -begre, folie, elektriske kontaktflater og fotografisk- og røntgenfilm. PET-polymerer benyttes også i økende grad i matemballasje som eksempelvis påleggspakker og brett.

Ordliste – del 3 av 3



Plastemballasje	Innpakning som har vært rundt og beskyttet matvarer og andre produkter. Plastemballasje omfatter bl.a. plastfolier, poser, sekker, kasser, bøtter, flasker, kanner, tanker og drikkebegre.
Plastretur	Returselskap for plastemballasje, som gjennom produsentansvarsordningen er ansvarlige for å samle inn og gjenvinne plastemballasje på vegne av produsenter og importører i Norge. Siden 2008 har Grønt punkt Norge vært ansvarlig for innsamling og gjenvinning av plastemballasje på vegne av Plastretur. Fra og med 1.januar 2023 tok Plastretur selv over ansvaret for egen drift, noe som innebærer at de selv skal sørge for innsamling og gjenvinning av plastemballasje.
Polymer	En kjemisk forbindelse bestående av en kjede med molekyler, der disse består av identiske eller liknende enheter (monomerer).
rPET (Resirkulert polyethylene terephthalate)	Resirkulerte PET-granulater benyttes ofte i produksjon av nye emballasjeprodukter.
Solid state polycondensation	Resirkuleringsteknologi der utgangsmaterialet (polymeren) varmes opp under et vakuum slik at fuktighet og andre lavmolekylære forbindelser fjernes. SSP-teknologien er mye brukt i industriell produksjon av bl.a. flaske-PET. Gjennom SSP kan flere biprodukter fjernes, og molekylmassen, og dermed indirekte IV-verdien, kan forbedres.
Termooksidativ kjedesplitting	Kjemisk reaksjon der en lang kjede av molekyler brytes ned ved hjelp av høy varme og oksygen. Reaksjonen kan føre til dannelsen av skadelige forbindelser.
Vederlag	Betaling for en tjeneste eller tillatelse, som en motytelse eller godtgjørelse.
Verdikjeden for PET- og rPET-emballasje	Livssyklusen til PET-emballasje. Prosessen omfatter produksjon av råmaterialet (PET), fremstilling av PET-emballasje, og videre innsamling, sortering og gjenvinning av brukt PET-emballasje. Denne gjenvinnes til resirkulerte PET-granulater (rPET), som deretter kan benyttes i produksjon av ny PET-emballasje.

1. Det norske markedet for PET- og rPET-emballasje

Deloitte's kartlegging av volum og bruksområder for emballasjeprodukter av PET i det norske markedet viser at det innenfor pantesytemet ble satt ca. 25 200 tonn PET-emballasje på det norske markedet i 2021.

Materialgjenvinningsgraden er estimert til 93 %.

Utenfor pantesytemet ble det satt ca. 18 900 tonn PET-emballasje på det norske markedet. Materialgjenvinningsgraden er estimert til kun 3,4 %.

Ulik materialgjenvinningsgrad skyldes i all hovedsak vesentlig høyere innsamlingsgrad i pantesytemet (99 % vs. 23 %), men også at innsamlet PET-emballasje utenfor pantesytemet i liten grad materialgjenvinnes.



Kjennetegn ved hvert ledd i verdikjeden for PET-emballasje i og utenfor pantesytemet

Kjennetegn ved PET- og rPET-emballasje i pantesytemet

Satt på markedet

Flere store flaskeprodusenter innførte 100 % rPET-granulater i sine produkter i 2021.¹ Norge har en høyere andel med PET-flasker med 100 % rPET-granulater sammenliknet med andre land.^{2, 3, 4} Tall fra spørreundersøkelsen viser en variasjon i innhold av rPET-granulater i PET-emballasje satt på markedet på mellom 24-100 % (n=4).⁵

Innsamling og sortering

Ca. 30-40 % av PET-flaskene som kommer inn i det norske pantesytemet inneholder rPET-granulater.^{6, 7} Plukkanalyser viser at de som ikke kildesorterer plastemballasje, heller ikke panter flasker.⁸ Dette kan medføre at en stor andel PET-emballasje som kastes av husholdningene i restavfall blir sendt til forbrenning.

Materialgjenvinning

Av 90 % PET-flasker som blir samlet inn, er det teoretisk mulig å materialgjenvinne ca. 85 %.⁹ Infinitem har avtale med Veolia og Wellman International for gjenvinning av PET-flasker fra pantesytemet.¹⁰ Veolia materialgjenvinner ca. 80 % av PET-flaskene fra det norske pantesytemet, mens Wellman materialgjenvinner ca. 20 %.¹¹

Sluttmarked (rPET-granulater)

Ca. 30 % av det resirkulerte PET-granulatet fra det norske pantesytemet går tilbake til norske produsenter.¹² Ca. 70 % går til andre markeder (den største andelen går til det tyske og det engelske markedet).¹³ Infinitem har et mål om at 80 % av den resirkulerte PET-emballasjen skal gå tilbake til norske produsenter.¹⁴ Det opplyses at det vil gi en bedre kvalitet på materialet.¹⁵

Kjennetegn ved PET- og rPET-emballasje utenfor pantesytemet

Satt på markedet

PET-emballasjen er heterogen i utforming og egenskaper.¹⁶ Den vanligste formen er PET-brett og PET-flasker. PET-brett og PET-flasker har ulike materialegenskaper, og kan ikke gjenvinnes sammen. PET-brett har liten gjenvinnbarhet i dagens marked, mens det er et fungerende marked for utsorterte PET-flasker (gitt at de ikke er fargede/ikke-gjennomsiktige).¹⁷ Av totalt innsamlet mengde plastemballasje, utgjorde PET-brett 8,7 % og PET-flasker 3,2 %.¹⁸

Innsamling og sortering

Av det som samles inn går en veldig liten andel til materialgjenvinning (ca. 15 %).¹⁹ Det oppgis i intervju at årsaker til dette blant annet følger av lav markedspris, for små volumer og tekniske begrensninger²⁰, se side 14, 17 og 21 for mer informasjon. Plastretur opplyser at gjenvinnbar PET-emballasje som kastes i husholdningsavfallet blir sendt til gjenvinning fra ett av de tre tyske sorteringsanleggene som Plastretur benytter. Fra de to andre går all PET til energitnyttelse. I tillegg sender ROAF i Norge gjenvinnbare PET-flasker til gjenvinning, hvorav dette er økonomisk støttet av Plastretur.²¹

Gjenvinning

Kun klare og gjennomsiktige PET-flasker blir materialgjenvunnet, mens opake og mørke PET-flasker blir energigjenvunnet.²²

Sluttmarked (rPET-granulater)

Det som blir resirkulert til rPET-granulater blir brukt videre i lineære produkter (f.eks. bildekk eller tekstiler).²³

Kilder

1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 Intervju med Infinitem

3, 6 Intervju med produsent av panteflasker

4, 7 Intervju med forskningsinstitutt

5 Spørreundersøkelse sendt ut til medlemmer i Den norske Emballasjeforening. N=4.

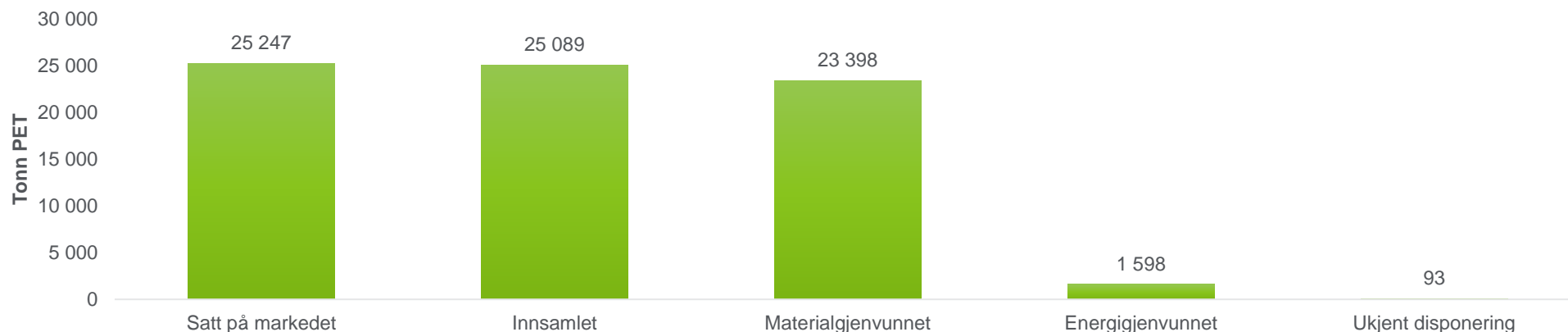
16, 20, 21, 22, 23 Intervju med Plastretur

17, 18, 19 Tallgrunnlag mottatt av Plastretur

Volum av PET-emballasje i pantesytemet i Norge



Volum [tonn] av PET-emballasje i hvert steg i verdikjeden i pantesytemet



Innenfor pantesytemet ble det satt ca. 25 200 tonn PET-emballasje på markedet i 2021.

Av dette ble det samlet inn ca. 25 000 tonn, eller omtrent 99%.

Materialgjenvinningsgraden er høy, med ca. 93%.

Mengde satt på markedet inkluderer totalt salg for 2021.

Tallet er ikke justert for verdikjedelager. Mengden estimert på verdikjedelager varierer fra år til år. For 2021 var mengden på verdikjedelager ca. 158 tonn.

Innsamlet mengde inkluderer totalt tonn PET-flasker pantet i automat, PET-flasker ut fra sentralsortering og fra kildesortert materiale, PET-festivalkrus og PET-flasker sendt til energigjenvinning. Andelen som samles inn er ca. 99%

Festivalkrus av PET-granulater er ikke underlagt miljøavgift, og er derfor ikke synliggjort i årsrapporten til Infnitum. 200 tonn er et anslag basert på intervju med Infnitum.

Materialgjenvunnet mengde inkluderer totalt tonn PET pantet i automat, PET-festivalkrus, PET-flasker ut fra sentralsortering og fra kildesortert materiale. Andelen av satt på markedet som materialgjenvinnes er ca. 93%.

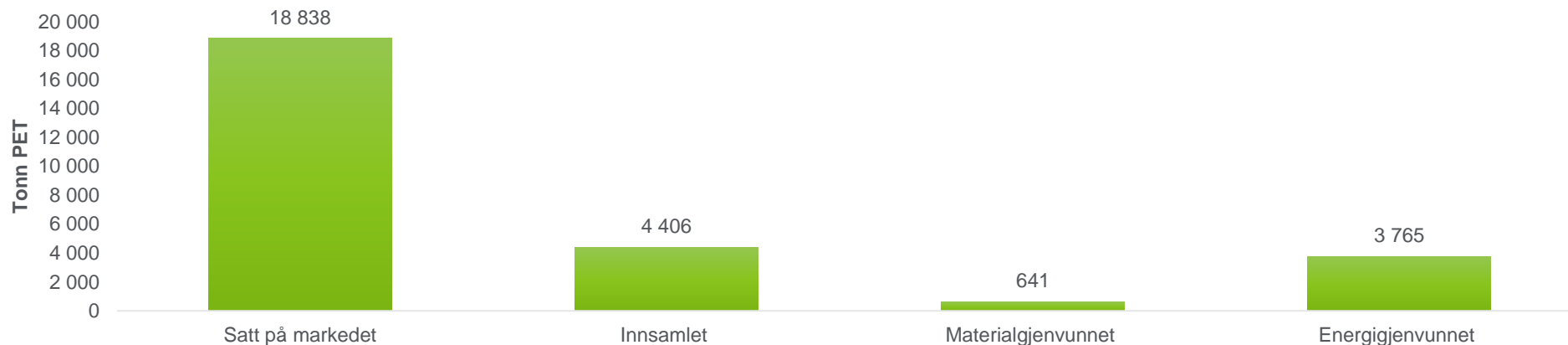
Energigjenvunnet mengde inkluderer tonn energiutnyttet PET-flasker og er justert for tap av energiutnyttelse.

Ukjent disponering inkluderer det som er typisk forsøpling. Dette er beregnet gjennom plukkanalyser og ved beregning på hvor PET-flaskene havner basert på serier av plukkanalyser over tid.

Volum av PET-emballasje utenfor pantesystemet i Norge



Volum [tonn] av PET-emballasje i hvert steg i verdikjeden utenfor pantesystemet



Utenfor pantesystemet ble det satt ca. 18 900 tonn PET-emballasje på markedet i 2021.*

Av dette ble det samlet inn ca. 4400 tonn, eller omtrent 23%.

Av det som settes på markedet er det kun ca. 3,4 % som materialgjenvinnes.

Mengde satt på markedet

Det settes årlig (2021-tall) ca. 18,9 tusen tonn PET-emballasje på det norske markedet. Mengden er estimert basert på en plukkanalyse gjort i 2019, som viser at 13,6 % av all plastemballasje satt på markedet var PET-emballasje. Av dette var 4,9 % PET-brett og 4,6 % PET-flasker.

Innsamlet mengde

Det samles årlig inn ca. 3,7 tusen tonn PET-emballasjeavfall, og ca. 700 tonn PET drikkevareemballasje. Mengden er estimert basert på en plukkanalyse gjort i 2021, som viser at 11,9 % av total innsamlet husholdningsplast var PET. Av dette var 8,7 % PET-brett og 3,2 % PET-flasker. Innsamlet mengde drikkevareemballasje er basert på en antagelse at all drikkevareemballasje er PET-flasker.

Materialgjenvunnet mengde

Det materialgjenvinnes årlig ca. 640 tonn PET-emballasje. Mengden er estimert til 0,7 % av all materialgjenvunnet plastemballasje fra husholdninger. Materialgjenvunnet og energigjenvunnet mengde drikkevareemballasje baseres på en antagelse om at all drikkevareemballasje er PET-flasker.

Energigjenvunnet mengde

Det energigjenvinnes årlig ca. 3,7 tusen tonn PET-emballasje. Andelen PET-granulater i plastemballasje fra husholdninger er estimert til 35,6 % av all energigjenvunnet plastemballasje. Det er estimert en andel på 0 % PET-emballasje fra husholdningsliknende næringsavfall. Det er likevel rapportert noen få tonn med stroppebånd laget av PET-granulater fra næring, men på grunn av svært små mengder er det ikke synliggjort i tall.

*Det er usikre tall for volum av PET-emballasje som er satt på markedet, og volumet er derfor estimert basert på en plukkanalyse gjort i 2019.

Markedet for PET- og rPET-emballasje i Norge – del 1

Deloitte har kartlagt markedet for PET- og rPET-emballasje i Norge gjennom intervjuer med aktører i verdikjeden til PET-emballasje og med to uavhengige forskningsinstitutter. Det er også sendt ut en spørreundersøkelse til medlemmene i Den norske emballasjeforening.

Markedet for PET-emballasje kan grovt sett deles i to; pantesystemet for PET-flasker og retursystemet for husholdningsemballasje av plast. De ansvarlige returselskapene er henholdsvis Infinitum for pantesystemet og Plastretur/Grønt Punkt Norge for retursystemet for husholdningsplast.

Denne delen gir en oppsummering av den kvalitative kartleggingen av markedet for PET- og rPET-emballasje i Norge.

I intervju ble det nevnt at prisen på PET- og rPET-granulater styres av en gjenvinningsindeks og avhenger derfor av tilbud og etterspørsel etter råvaren. Norge følger samme indeks som resten av Europa.¹

Enkelte aktører nevnte i intervju at det lenge har vært større etterspørsel enn tilbud av rPET-granulater, som har bidratt til å presse prisene på rPET-granulater opp.^{2,3} I to intervjuer ble det derimot nevnt at etterspørselen etter rPET-granulater gikk ned i siste kvartal i 2022, blant annet på grunn av folie-industrien som gikk tilbake til å bruke jomfruelige PET-granulater (vPET), og at det har skapt et tilbudsoverskudd i første kvartal av 2023.^{4,5}

Pantesystemet i Norge beskrives av aktørene i verdikjeden som et velfungerende og effektivt system. Flere nevner at Norge har et av de mest effektive pantesystemene i Europa og at omløpstiden for flaskene er kort – det vil si at panteflaskene som settes på markedet kommer raskt tilbake til gjenvinningsanlegget. Det ble også påpekt, av flere aktører, at Norge har en høyere gjennomsnittandel rPET-granulater i pantesystemet sammenliknet med andre land.^{6,7} Infinitum har nylig innført en tilleggs kostnad i pantesystemet på 0,05 kr for alle PET-flasker som inneholder over 80 % rPET.⁸ Det er blandede reaksjoner hos aktørene i verdikjeden knyttet til om denne økningen er hensiktsmessig eller ikke.

Videre nevnte aktørene at det utenfor pantesystemet mangler infrastruktur for innsamling og sortering av PET-skåler og annen PET-emballasje, og at PET-emballasje som er samlet inn med restavfall ikke kan brukes tilbake i emballasje beregnet for matkontakt.^{9,10,11} Det ble også nevnt at enkelte produsenter markedsfører sine emballasje produkter av PET som gjenvinnbare, selv om infrastrukturen for dette i liten grad eksisterer per dags dato.

En av utfordringene, som ble nevnt av flere aktører, er at rPET-granulater som kommer fra pantesystemet, og derfor holder en

høy kvalitet og er godkjent for matvarekontakt, blir benyttet i plastprodukter som per dags dato ikke kan gjenvinnes.^{12,13,14} Dette ble sett på som bekymringsverdig fordi PET-granulatet går ut av en sirkulær verdikjede og inn i en lineær verdikjede. Det ble også nevnt at det er en utfordring at rPET-granulater av dårlig kvalitet har en lavere pris enn rPET-granulater av god kvalitet, og at dette kan bidra til at produsenter velger rPET-granulater av dårlig kvalitet som følge av prismessige årsaker.¹⁵

Kilder:

^{1,5} Intervju med utenlandsk gjenvinningsaktør

^{2, 10, 12} Intervju med utenlandsk bransjesaktør

^{3, 14} Intervju med utenlandsk emballasje produsent

^{4,7} Intervju med drikkevareprodusent

^{6, 11, 15} Intervju med Norer

⁸ Infinitum, bransjemøte (januar 2023).

⁹ intervju med Plastretur

¹³ Intervju med Christian Karl, Sintef AS, 24.02.2023

Markedet for PET- og rPET-emballasje i Norge – del 2

Deloitte har kartlagt markedet for PET- og rPET-emballasje i Norge gjennom intervjuer med aktører i verdikjeden til PET-emballasje og med to uavhengige forskningsinstitutter. Det er også sendt ut en spørreundersøkelse til medlemmene i Den norske emballasjeforening.

Markedet for PET-emballasje kan grovt sett deles i to; pantesystemet for PET-flasker og retursystemet for husholdningsemballasje av plast. De ansvarlige returselskapene er henholdsvis Infinitum for pantesystemet og Plastretur/Grønt Punkt Norge for retursystemet for husholdningsplast.

Denne delen gir en oppsummering av den kvalitative kartleggingen av markedet for PET- og rPET-emballasje i Norge.

Flere aktører nevnte i intervju at det er behov for mer dialog på tvers av verdikjeden, både for å forstå hverandres behov og for å skape en felles forståelse av design og merking for en ressurseffektiv gjenvinning.^{1,2} Det ble også nevnt at myndighetene i større grad enn i dag kan bidra til å regulere et system med klare krav og retningslinjer, slik at det blir likt for alle. PET-skåler har flere ganger blitt trukket frem som et eksempel på noe som er vanskelig å gjenvinne per dags dato; de lages ofte med kombinasjon av flere polymer-typer og med flere lag.³ En av mulighetene som ble nevnt for å øke gjenvinningen av PET-skåler er strengere designkrav.^{4,5,6}

Av fremtidige muligheter for økt gjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet ble det nevnt; å designe PET-emballasje på en slik måte at de kan samles inn gjennom pantesystemet, å kjemisk gjenvinne PET-emballasje og å sortere ut PET-skåler og annen PET-emballasje i sentralsorteringsanleggene eller i Plastreturs nye finsorteringsanlegg som er planlagt ferdig i 2024.⁷

Generelt ble det nevnt at en lavere pris på rPET-granulater kan øke andelen rPET-granulater i nye produkter, og at det er et behov for mer stabilitet og pålitelighet i tilgjengeligheten av rPET-granulater.^{8,9}

Les mer om markedet for PET- og rPET-emballasje i Europa i **vedlegg 1**.

Kilder:

¹ Intervju med Norder

² Intervju med Infinitum

^{3,6} Intervju med Christian Karl, Sintef AS, 24.02.2023

⁴ Intervju med gjenvinningsaktør

^{5,8} Intervju med utenlandsk bransjeaktør

⁷ Intervju med Plastretur

⁹ Intervju med utenlandsk emballasjeprodusent

2. Materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet

Endringene i emballasjedirektivet innebærer høyere mål for materialgjenvinning. Blant annet skal 50 % av all plastemballasje materialgjenvinnes innen 2025 og 55 % skal materialgjenvinnes innen 2030.

Ifølge returselskapenes rapportering til Miljødirektoratet, ble omtrent 28 % av plastemballasjen fra norske husholdninger og næringsliv materialgjenvunnet i 2020.¹



Materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesytemet – del 1

I dette kapitlet belyses utfordringer og muligheter knyttet til hvordan materialgjenvinning av PET-emballasje som ikke går i pantesytemet kan økes og bli en fraksjon for materialgjenvinning i Norge.

Deloitte har gjennom intervjuer og gjennomgang av relevante rapporter kartlagt verdikjedens perspektiver på hvordan vi kan øke materialgjenvinningen av PET-emballasje utenfor pantesytemet.

Materialgjenvinningsgraden av PET-emballasje utenfor pantesytemet kan påvirkes av blant annet infrastrukturen for innsamling, sortering og gjenvinning, og materialsammensetningen og designet til emballasjeproduktene av PET.

Infrastruktur for innsamling, sortering og gjenvinning

Innsamling av plastemballasje fra husholdninger i Norge er primært organisert gjennom kommuner eller interkommunale selskaper (IKS).^{1,2} Det er store forskjeller i hvor mye plast som samles inn av renovasjonsselskaper i ulike deler av Norge.³ Innsamlingsgraden påvirkes av faktorer som organisering (hentefrekvens av restavfall og antall separate fraksjoner), kommunikasjon, bosetningsmønstre og demografi.⁴

Dominerende systemer for kildesortering i Norge:⁵

- Henteordning for plastemballasje: omfatter ca. 70 % av befolkningen
- Optibag-løsning: omfatter ca. 15 % av befolkningen
- Sentralsorteringsanlegg: omfatter ca. 15 % av befolkningen (anlegg knyttet til Romerike Avfallsforedling IKS og IVAR IKS).

Kartleggingen viser enkelte utfordringer knyttet til infrastruktur for innsamling og sortering utenfor pantesytemet. Eunomias rapport *PET market in Europe* (2022) påpeker at innsamlings- og sorteringsgraden for PET-skåler og annen PET-emballasje er mye lavere enn for PET-flasker i Europa. Siden innsamlings- og sorteringsgraden er lav, er det også et begrenset antall anlegg som gjenvinner disse produktene.⁶ Plastretur nevnte også i samtale at det er få muligheter for utsortering og gjenvinning av PET-skåler og PET-brett i Norge i dag, men at de fleste sentralsorteringsanlegg i Norden, samt det planlagte finsorteringsanlegget til Plastretur, er utstyrt med teknologi for å sortere ut PET-emballasje ved behov.

En mulig årsak til at det i dag er lite etablert infrastruktur for innsamling, sortering og gjenvinning av bl.a. PET-skåler ble i intervjuer knyttet til mangel på etterspørsel, manglende myndighetskrav og design av PET-produktene^{7,8,9}, i tillegg til materialsammensetning¹⁰. Det ble også nevnt at PET-emballasje utenfor pantesytemet både kan være matkontakt- og ikke-matkontakt produkter.¹¹ Dette kan anses som en utfordring bl.a. fordi Den Europeiske myndighet for næringsmiddeltrygghet (EFSA) setter krav til at maksimalt 5 % ikke-matvaregodkjente PET-granulater kan inkluderes i gjenvinningsprosessen for PET-

granulater som skal benyttes tilbake i matkontakt-emballasje.¹²

En annen utfordring knyttet til infrastruktur for gjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesytemet, er vasketrinnet. Det ble nevnt i intervju at det er vanskelig å opprettholde kvaliteten på resirkulert PET-emballasje utenfor pantesytemet på grunn av vasketrinn som ikke kan fjerne alle etiketter og andre additiver.¹³ Vaskeprosessen ble også nevnt som en utfordring i intervju, fordi det krever store mengder vann for å fjerne skitt fra platen og samtidig ha rent vann til prosessen.¹⁴ Samme produsent nevnte videre at riktig sortering er avgjørende for å redusere energi- og vannbehovet i gjenvinningsprosessen. Videre ble det nevnt at det er en økt etterspørsel etter anlegg som vasker og resirkulerer PET-skåler i Europa, noe som åpner for utviklingsmuligheter og vekst i markedet for dette.¹⁵

Volum av PET-granulater kan også ses på som en viktig faktor for å få til økt materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesytemet.¹⁶ Det ble nevnt i intervju at dette både er på grunn av EUs forslag om et krav til gjenvinning i skala, se side 25, men også fordi infrastrukturen skal kunne forsvares økonomisk.¹⁷ For å tilfredsstille EUs krav om minimum rPET-innhold i PET-flasker er det i dag mangel på gjenvinningskapasitet i Europa. Med nye krav til minimum resirkulert plastinnhold til all emballasje, vil det enten tvinge seg frem gjenvinningsløsninger for annen PET-emballasje eller så må PET-emballasje erstattes med materialalternativer som gjenvinnes.¹⁸

Kilder:

¹ Deloitte. *Sirkulær plastemballasje i Norge – Kartlegging av verdikjeden for plastemballasje*. (2019).

^{2, 3, 4, 5} Hebrok et al. *Plastsortering i norske kommuner – hvorfor er det så store forskjeller?*. (2021)

⁶ Eunomia. *Pet market in Europe – State of Play 2022*. (2022)

⁷ Intervju med utenlandsk bransjeaktør

⁸ Intervju med drikkevareprodusent
^{9, 16, 17, 18} Intervju med Norner

¹⁰ Intervju med utenlandsk gjenvinningsaktør

¹² Pinter et al. *Circularity study on PET bottle-to-bottle recycling*. (2021)

¹³ Intervju med Christian Karl, Sintef AS,

24.02.2023

^{11, 14, 15} Intervju med utenlandsk emballasjeprodusent

Materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesytemet – del 2

I dette kapittelet belyses utfordringer og muligheter knyttet til hvordan materialgjenvinning av PET-emballasje som ikke går i pantesytemet kan økes og bli en fraksjon for materialgjenvinning i Norge.

Deloitte har gjennom intervjuer og gjennomgang av relevante rapporter kartlagt verdikjedens perspektiver på hvordan vi kan øke materialgjenvinningen av PET-emballasje utenfor pantesytemet.

Materialgjenvinningsgraden av PET-emballasje utenfor pantesytemet kan påvirkes av blant annet infrastrukturen for innsamling, sortering og gjenvinning og materialsammensetningen og designet til emballasjeproduktene av PET.

Eunomias rapport peker også på at det kan være fornuftig samle inn PET-skåler for separat gjenvinning, ideelt sett i to separate strømmer; én for klare, monomateriale skåler og én strøm for klare multimateriale skåler. En tredje strøm for fargede skåler kan tas til vurdering der det er mulig.¹

Materialsammensetning og design av PET-emballasje

Eunomias rapport PET market in Europe (2022) trekker fram at PET-skåler er av lavere kvalitet enn PET-flasker (lavere nivå av iboende viskositet (IV)), som gjør disse mer skjøre enn PET-flasker. Som et resultat vil PET-skåler produsere mer fin-materiale i resirkuleringsprosessen, som igjen bidrar til mer tap av materiale.² En stor gjenvinner av PET-flasker og -skåler i Europa har påpekt i samtale at PET-skåler er vanskelig å gjenvinne fordi de har mer lim og trykk på emballasjen, de består ofte av flere lag av ulike polymerer, de er vanskelige å kjenne igjen etter innsamling og sortering og har generelt en lavere kvalitet. Dette ble også nevnt i samtale med en stor produsent og gjenvinner av PET-skåler i Europa.

Det ble nevnt i intervju at det finnes få standarder for hvordan PET-skåler og annen PET-emballasje skal designes for å optimalisere gjenvinningsprosessen, men at det er deler av industrien som engasjerer seg i dette. Det ble blant annet nevnt at det finnes flere PET-skål-til-skål arbeidsgrupper.³ Dansk plastindustri samarbeider med verdikjeden om å lage en designguide for emballasjeprodukter av PET tiltenkt for matkontakt. Guiden skal også inkludere PET emballasje av nærmatkontakt kvalitet og alternativer for gjenbruk. Aktørene i verdikjeden tyder på å være enige om at mindre produktvariasjon og en enhetlig forståelse av design for resirkulering av PET-skåler og annen PET-emballasje kan bidra til å øke materialgjenvinningen av PET-emballasje utenfor pantesytemet.

Et eksempel på design av skåler for skål-til-skål-gjenvinning kan vi blant annet finne hos det danske selskapet, Faerch, som produserer resirkulerte PET-skåler av samme kvalitet som PET-flasker. Brukte PET-skåler samles inn fra kunder, innsamlere og sorteringsanlegg i Europa, og sendes deretter til Faerch sitt

integreerte resirkuleringsanlegg i Nederland, Cirrec.⁴ På anlegget resirkuleres de brukte PET-skålene til pellets og flakes, som videre benyttes av Faerch i produksjon av ny matsikker emballasje av samme kvalitet.⁵

Kilder:

^{1,2} Eunomia. *Pet market in Europe – State of Play 2022*. (2022)

³ Intervju med gjenvinningsaktør

⁴ Faerch. (u.å). *We are the world's only integrated tray-to-tray recycler*. Hentet 12.04.2023

⁵ Cirrec – A part of Faerch (u.å.). *The closed Loop Buy-Back Programme..* Hentet 12.04.2023

Industrien og forbrukere etterspør spesielt et høyt innhold av resirkulerte PET-granulater (rPET) i PET-flasker.¹ Produsenter har også identifisert at emballasje står for en betydelig del av klimagassutslippene i produksjonsprosessen. Det kan derfor være hensiktsmessig å introdusere rPET-granulater i emballasje som en del av overgangen til en sirkulær økonomi, og som et viktig klimatiltak.²

Selv om flere flaskeprodusenter allerede har innført opptil 100 % rPET-granulater i produktene sine, er gjennomsnittlig innhold av rPET-granulater i europeiske flasker rundt 17 % (i 2020).³ I Norge er det gjennomsnittlige innholdet av rPET-granulater i panteflaskene på rundt 30-40 %.⁴



Kilder:

¹ Pinter et al. Circularity study on PET bottle-to-bottle recycling. (2021)

² Intervju med drikkevareprodusent

³ Eunomia. Pet market in Europe – State of Play 2022. (2022)

⁵ Intervju med Norner

Kvalitetsutfordringer forbundet med PET-emballasje og bruk av rPET i emballasje – del 1

I dette kapittelet belyses kvalitetsutfordringer som er forbundet med gjenvinning av PET-emballasje og hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes.

Deloitte har gjennom intervjuer og studier av relevant forskningslitteratur kartlagt verdikjedens behov for kvalitet på PET- og rPET-granulater og tilgjengelige gjenvinningsteknologier for gjenvinning av PET-emballasje til emballasjeprodukter av resirkulert PET (rPET).

Den kvalitative kartleggingen viser at de ulike aktørene i verdikjeden har noe ulikt perspektiv på hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes. Videre kan det se ut til at vurderingen av hva som er den beste tilgjengelige teknologien er situasjonsavhengig.

Produsenters perspektiv på kvalitet

Mattrygghet og -kvalitet ble nevnt som faktorer for produsenter ved spørsmål om hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i sluttproduktet før kvaliteten forringes. En annen faktor som ble nevnt var klimafotavtrykk ved produksjon av flaskene.¹ Det ble trukket frem at det ikke er nivåene av rPET-granulater i seg selv som bestemmer kvaliteten på sluttproduktet, men nivåene av iboende viskositet (IV) til PET-polymeren og migrasjon av kjemikalier som definerer om sluttproduktet er av god kvalitet og trygg for forbruker. Det ble videre nevnt at IV-verdien på over 0,80 dL/g kan være fordelaktig, spesielt for PET-flasker med kullsyreholdig drikke og at migrering av kjemikalier fra flasken til innholdet i flasken overvåkes kontinuerlig.² Pinter, E. et al. (2021) trekker også fram iboende viskositet og migrasjon av kjemikalier som viktige for å definere kvaliteten til PET-polymerene etter gjenvinning.

Enkelte produsenter påpekte videre at fargen til sluttproduktet ikke er et kvalitetskrav i seg selv.³ Pinter, E. et al. (2021) skriver derimot at forurensninger som leder til tåke eller grå-/gulffarge i sluttproduktet er uønsket. Les mer om IV-nivåer og hvordan forurensning påvirker sluttproduktet i **vedlegg 2**.

Aktørene i pantessystemets perspektiv på kvalitet

Design av PET-flasker, volum av PET-emballasje som går inn i gjenvinningsprosessen og andelen av rPET-granulater i flasken ble trukket frem som faktorer for returselskap og gjennvinnere ved spørsmål om kvalitetsutfordringer som er forbundet med gjenvinning av PET-emballasje. Infinitum har laget en designguide med krav til materialtype, tykkelse, farge, form, etikett, strekkode og pantemerke.⁴ Infinitum har nylig innført et tilleggsvederlag på 0,05 kr for alle PET-flasker med en innblanding av over 80 % rPET. Infinitum har også tilleggsvederlag for bl.a. PET-flasker med lyseblå farge (0,08 kr), fargede PET-flasker (0,15 kr) og krystallisasjonsnivåer utenfor Infinitums grense (0,10 kr).⁵ Med en designguide for alle panteflasker i det norske pantessystemet sikrer Infinitum at gjenvinningsanleggene mottar en homogen strøm av flasker uavhengig av produsent. Dette bidrar til at PET-granulatet holder høy kvalitet gjennom hele gjenvinningsprosessen.

Ved spørsmål om innblandingsforhold av rPET-granulater over 80 %, ble det vist til prinsippet for massebalanse, gråfarge på sluttproduktet som skyldes akkumulering av mikropartikler, endring i krystallisasjonsegenskaper og innhold av CO₂ i PET-flasker fra kullsyreholdig drikke som påvirker resirkuleringen av PET-granulater negativt.^{6,7,8} Massebalansen i Norge i dag er på 93 %, som vil si at Infinitum sørger for at 93 % av alle panteflasker satt på markedet blir resirkulert.⁹ Det ble vist til at det alltid forekommer tap av materiale selv om pantessystemet er et lukket kretsløp og at det er praktisk umulig å gjenopprette 100 % av materialet som settes på markedet.¹⁰ Det ble også vist til at flasker som består av 100 % rPET-granulater kan bli gråere for hver runde gjennom gjenvinningsprosessen.¹¹

Eunomias rapport «PET market in Europe» påpeker at det er en usikkerhet knyttet til hvor mange ganger PET-flasker kan brukes om igjen før kvaliteten forringes. Noen rapporter viser til at de kan brukes på ny ca. 20 ganger, andre argumenterer for mellom 14 og 16.¹² Videre ble det vist til at et høyt innhold av rPET-granulater endrer krystallmorfologien og krystallisasjonsnivåene negativt, og at økt CO₂-absorpsjon kan gi økt migrasjon fra PET-granulatene i flasker med kullsyreholdig drikke.¹³

Kilder:

1, 2, 3, 13 Intervju med drikkevareprodusent
4 Infinitum. *Material and packaging specifications for beverage containers in the Infinitum deposit return system*. (2023).
5 Infinitum, bransjemøte (januar 2023)..
6, 10 Intervju med utenlandsk gjenvinningsaktør

7, 11 Intervju med Christian Karl, Sintef AS, 24.02.2023

8 Intervju med Norner
9 Infinitum. Årsrapport. (2021).

12 Eunomia. *Pet market in Europe – State of Play 2022*. (2022)

Kvalitetsutfordringer forbundet med PET-emballasje og bruk av rPET i emballasje – del 2

I dette kapittelet belyses kvalitetsutfordringer som er forbundet med gjenvinning av PET-emballasje og hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes.

Deloitte har gjennom intervjuer og studier av relevant forskningslitteratur kartlagt verdikjedens behov for kvalitet på PET- og rPET-granulater og tilgjengelige gjenvinningsteknologier for gjenvinning av PET-emballasje til emballasjeprodukter av resirkulert PET (rPET).

Den kvalitative kartleggingen viser at de ulike aktørene i verdikjeden har noe ulikt perspektiv på hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes. Videre kan det se ut til at vurderingen av hva som er den beste tilgjengelige teknologien er situasjonsavhengig.

Perspektiver fra innsamlere av PET-emballasje utenfor pantesystemet

For innsamlere av plastemballasje utenfor pantesystemet er volum av emballasje sendt til materialgjenvinning og type emballasje en viktig faktor.¹ Dette kan begrunnes i at de fleste innsamlere av plastemballasje er kommuner eller interkommunale renovasjonsselskaper som blir målt på materialgjenvinningsgrad etter hvor mye som sendes til materialgjenvinning. Det ble videre nevnt at dagens sentralsorteringsteknologi har mulighet til å skille mellom flaske-PET og annen PET-emballasje, men at plast som har ligget i restavfallet i utgangspunktet ikke kan brukes tilbake i matkontakt.^{2,3}

Perspektiver på tvers av verdikjeden

Generelt har flere aktører nevnt kravene til Den Europeiske myndighet for næringsmiddeltrygghet (EFSA) og type gjenvinningsteknologi ved spørsmål om kvalitetsutfordringer som er forbundet med gjenvinning av PET-emballasje og hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes.

EFSA fastsetter kriterier for sikkerhetsvurderinger av gjenvinningsprosesser og vurderer nye teknologier for gjenvinning av plast. EFSA sertifiserer gjenvinningsteknologier for PET-emballasje i henhold til en «challenge test» som viser renseeffektiviteten til teknologien.^{4,5} Formålet er å redusere mengden kjemiske forurensninger til en konsentrasjon som ikke utgjør risiko for menneskers helse (**les mer om EFSA i vedlegg 7**). EFSA har satt en grense på maksimal innblanding av 5 % ikke-matvaregodkjente PET-granulater i gjenvinningsprosessen for å sikre minimal forurensning. Det ble nevnt i intervju at kravet fra EFSA er strengt, og at det kan være mulig å blande inn en høyere andel ikke-matvaregodkjente PET-granulater uten at det forringer kvaliteten nevneverdig.⁶ Franz og Welle (2020) har vist i en studie at innblanding av opptil 20 % ikke-matvaregodkjent PET-emballasje i materialstrømmen inn i gjenvinningen ikke gir noen negativ påvirkning eller sikkerhetsproblemer.⁷

Det ble også spurt om hva som er den beste tilgjengelige

teknologien for gjenvinning av PET-emballasje. Ingen aktører hadde et entydig svar på hva som er den beste tilgjengelige teknologien, men noen av refleksjonene var:

- Kvaliteten på den mekaniske gjenvinningsprosessen vil kunne avhenge av kvaliteten på materialet som skal gjenvinnes.
- Dagens mekaniske gjenvinningsteknologi klarer å gjenopprette kvaliteten og kjedelengden på PET-polymerene tilbake til tilstrekkelig kvalitet for PET-emballasje som er samlet inn i et lukket kretsløp.
- Gjenvinningsteknologi kan eventuelt vurderes etter hvilken kvalitet man ønsker på materialet som kommer ut av prosessen – det er derfor situasjonsavhengig.
- Det kan være hensiktsmessig med et volum på ca. 15 000 tonn per år av én emballasjetype for å opprette en ny linje for gjenvinning av emballasjeavfall.⁸
- Det kan være hensiktsmessig å inkludere energi- og ressursforbruket til gjenvinningsteknologien i vurderingen av hvilken teknologi man ønsker å bruke.

Les mer om mekanisk og kjemisk gjenvinningsteknologi i **vedlegg 3 og vedlegg 4**.

Kilder:

^{1,2} Intervju med Plastretur

³ Intervju med utenlandsk bransjeaktør

⁴ European Food Safety Authority (EFSA).

What does EFSA do? Hentet 12.04.2023

⁵ European Union. Regulation (EC) No 282/2008.

(2008)

⁶ Intervju med gjenvinningsaktør

⁷ Franz, R., & Welle, F. *Contamination levels in recollected PET bottles from non-food applications and their impact on the safety of recycled PET for food contact.* (2020)

⁸ Intervju med utenlandsk gjenvinningsaktør

Kvalitetsutfordringer forbundet med PET-emballasje og bruk av rPET i emballasje – del 3

I dette kapittelet belyses kvalitetsutfordringer som er forbundet med gjenvinning av PET-emballasje og hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes.

Deloitte har gjennom intervjuer og studier av relevant forskningslitteratur kartlagt verdikjedens behov for kvalitet på PET- og rPET-granulater og tilgjengelige gjenvinningsteknologier for gjenvinning av PET-emballasje til emballasjeprodukter av resirkulert PET (rPET).

Den kvalitative kartleggingen viser at de ulike aktørene i verdikjeden har noe ulikt perspektiv på hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes. Videre kan det se ut til at vurderingen av hva som er den beste tilgjengelige teknologien er situasjonsavhengig.

Infinitum har avtale med Veolia og Wellman for gjenvinning av PET-flasker fra pantesystemet. Anlegget til Veolia på Heia i Fetsund har en årlig kapasitet på over 25 000 tonn resirkulerte, vaskede PET-flak. Anlegget produserer omtrent 13 000 tonn matgodkjente PET-granulater årlig.¹ Teknologien som benyttes i dette anlegget er Starlinger. Stegvis prosess for resirkulering innebærer; en kvern som kverner PET-flaskene til plastflak, to vaskesteg inkludert en mekanisk separering av PET-flak og kork, en sorteringsprosess etter farge på PET-flak, ekstrudering fra flak til PET-granulater og til slutt en «Solid state polycondensation» (SSP). SSP er et viktig steg for å gjenopprette kvaliteten på PET-polymerene² etter ekstrudering, eller etter enhver gjenvinningsprosess som reduserer den iboende viskositeten (IV).^{3, 4}

Fremtidens gjenvinningsløsning og sluttprodukt

Flere aktører har nevnt at fremtidens sluttprodukt vil bestå av en større andel (70-80 %) resirkulerte PET-granulater fra mekanisk gjenvinningsteknologi, mens en mindre andel (20-30 %) vil bestå av resirkulerte PET-granulater fra kjemisk eller «enhanced» gjenvinningsteknologi.^{5,6} Et av argumentene for dette er blant annet å redusere emballasjens totale klimafotavtrykk og å holde nede energibruken gjennom hele prosessen fra gjenvinning til ferdig sluttprodukt.⁷ Les om to kjemiske gjenvinningsanlegg som er i planleggingsfasen i **vedlegg 5**.

Det ble også nevnt at det i fremtiden kan være behov for å kombinere flere mekaniske gjenvinningsteknologier i samme anlegg, for eksempel Solid State Polycondensation (SSP) som er energiintensiv kombinert med ulike teknologier som bl.a. delvis kjemisk behandling dersom dette er nødvendig i slutten av produktets livssyklus, eller flak- og pelletprosesser.⁸

Som et alternativ til SSP-prosessen kan kjedeforlengere brukes til å øke molekylvekten til PET-polymeren.⁹ Karl et al. påpeker at fremtidig forskning bør fokusere på hvordan forlengere virker og kan anvendes etter å ha vært igjennom et større antall ekstruderingscykluser¹⁰, det vil si prosesser der polymeren blir matet inn i en ekstruder. Videre ble det nevnt at potensialet for at

kjedeforlengere kan forbedre egenskapene til blandede fraksjoner av PET-granulater bør undersøkes for å identifisere hvilke mekanismer som kan oppstå som følge av urenheter under kjedeforlengelsesreaksjonene.^{11,12} Artikkelen påpekte videre at dette vil kunne hjelpe forskere med å utvikle mer effektive og pålitelige forlengere for PET-polymerer, og i tillegg øke kunnskapen om hvordan urenheter kan påvirke kjedeforlengelser av PET-polymerene.^{13, 14}

Kilder:

¹ Veolia. Fetsund, Norway – Veolia PET Norge AS. (u.å.)

² Intervju med Christian Karl, Sintef AS, 24.02.2023

³ Pinter et al. *Circularity study on PET bottle-to-bottle recycling*. (2021)

^{4,8} Intervju med gjenvinningsaktør

⁵ Intervju med utenlandsk gjenvinningsaktør

^{6,7} Intervju med drikkevareprodusent

⁹ Berg, D., Schaefer, K., & Moeller, M. (2019).

Impact of the chain extension of poly (ethylene

terephthalate) with 1, 3-phenylene-bis-oxazoline and N, N'-carbonylbis-caprolactam by reactive extrusion on its properties. (2019)

^{10, 11, 13} Intervju om upublisert forskningsartikkel med Sintef (Karl et al., under utarbeidelse).

^{12, 14} Itim, Bachir, and Mathew Philip. *Effect of multiple extrusions and influence of PP contamination on the thermal characteristics of bottle grade recycled PET*. (2015)

I Norge reguleres håndteringen av emballasjeavfall blant annet av forurensningsloven og avfallsforskriften. Gjennom EØS-avtalen vil EUs avfallspolitikk og bærekraftsstrategi for plast påvirke norsk lov- og regelverk.



Gjeldende og foreslåtte regelverk

For å sikre at materialer og gjenstander som produseres av resirkulert plast er trygge for å komme i kontakt med mat, er det fastsatt en rekke reguleringer for verdikjeden for PET-emballasje som stiller spesifikke krav til produksjon, innsamling, sortering og gjenvinning av slike produkter.

REGELVERK I EU

Gjeldende per dags dato (01.03.2023)

- [Forordning \(EU\) 2022/1616](#): Gjenvunnede plastmaterialer og gjenstander beregnet på å komme i kontakt med matvarer.
- [Forordning \(EU\) 2020/2151](#): Harmoniserte merkekrav for enkelte engangsprodukter i plast.
- [Forordning \(EU\) nr. 10/2011](#): Om plastmaterialer og plastmaterialer beregnet på å komme i kontakt med næringsmidler (plastforordningen).
- [Forordning \(EC\) Nr. 1935/2004](#): Materialer og gjenstander beregnet på å komme i kontakt med næringsmidler.
- [Direktiv \(EU\) 2008/98/EC](#): Rammedirektiv om avfall.
- [Direktiv 94/62/EC](#): Direktiv om emballasje og emballasjeavfall.
- [Direktiv \(EU\) 2018/852](#): Endret direktiv om emballasje og emballasjeavfall-
- [Direktiv \(EU\) 2019/904](#): Direktiv om engangsartikler av plast.
- [Direktiv \(EU\) 2015/720](#): Plastbæreposer.
- [Forordning 1907/2006](#): Om registrering, vurdering og godkjenning av begrensninger for kjemikalier (REACH).

Pågående arbeid

- [Forslag til sirkulærøkonomipakke II](#), med [forslag til oppdatering av EUs regelverk for emballasje og emballasjeavfall](#)
 - [Forslag til endring av forordning \(EU\) 2019/1020](#): Forordning om markedstilsyn og produktansvar.
 - [Forslag til endring av direktiv \(EU\) 2019/904](#): Direktiv om engangsartikler av plast.
 - [Forslag til oppheving av direktiv 94/62/EC](#): Direktiv om emballasje og emballasjeavfall.
- [Forslag til ny økodesignforordning](#) for bærekraftige produkter, og opphevelse av økodesigndirektivet ([2009/125/EC](#)).

REGELVERK I NORGE

Gjeldende per dags dato (01.03.2023)

- [Avfallsforskriften](#)
 - **Kapittel 6**. Retursystemer for emballasje til drikkevarer.
 - **Kapittel 7**. Emballasje og emballasjeavfall.
 - **Kapittel 10a**. Utsortering og materialgjenvinning av enkelte avfallstyper.
- [Produktkontrollloven](#) § 4 bokstav b og c
- [Produktforskriften](#) § 2b-5 om krav til merking av enkelte engangsprodukter i plast.
- **Forskrift om materialer og gjenstander i kontakt med næringsmidler ([matkontaktforskriften](#))**.
- **Nytt avgiftssystem på panteflasker fra 2023**: Infinitum øker produsentansvarskostnaden (EPR-kostnaden) for alle PET-flasker som inneholder mer enn 80 % rPET.

Pågående arbeid

- Når EU har ferdigstilt de foreslåtte forordningene (se over), må Norge som et EØS-land implementere disse i norsk lovverk uten tilpasninger. EUs foreslåtte direktiver kan implementeres i norsk lovverk med tilpasninger. Det er fortsatt usikkert ved hvilket tidspunkt endringene i EUs regelverk vil være gjeldende i Norge.
- Det er en pågående høring på Miljødirektoratets hjemmesider til ny forordning om økodesign for bærekraftige produkter (høringsfrist 24.04.2023)
- Det var nylig en høring på Mattilsynets hjemmesider til ny forordning om gjenvunnede plastmaterialer og gjenstander beregnet på å komme i kontakt med matvarer (høringsfrist 03.03.2023)

* Det finnes flere lovverk som regulerer kravene til produkter og materialer som kommer i kontakt med mat. Av hensyn til rapportens avgrensninger har Deloitte imidlertid valgt å ikke inkludere alle.

Gjeldende og foreslåtte regelverk

I intervjuene med aktørene i verdikjeden til PET-emballasje ble det stilt spørsmål om hva som oppleves utfordrende og hva som oppleves muliggjørende med regelverket for emballasjeprodukter av PET- og rPET.

Aktørene nevnte at foreslått regelverk om krav til andel ombrukbar emballasje og resirkulerbart materiale¹ kunne ses på som en utfordring, spesielt knyttet til tilgjengelighet av rPET-granulater.

Videre nevnte aktørene at regelverket² kan bidra til å akselerere utviklingen av gjenvinningsteknologier for emballasjeprodukter av PET, og pekte på at dette kan være en mulighet for økt resirkulering av PET-emballasje.

Enkelte aktører i verdikjeden trakk fram utfordringer knyttet til EUs forslag til regulering av emballasje og emballasjeavfall.³ Det ble blant annet nevnt at nye krav til økt andel ombrukbar emballasje kan føre til mindre tilgjengelighet av PET-granulater for gjenvinning og mindre etterspørsel etter rPET-granulater etter gjenvinning.^{4,5} Det ble også trukket frem at et slikt krav vil føre til et behov for å tilrettelegge for ny logistikk og infrastruktur for ombrukbar PET-emballasje.⁶

Det ble også trukket frem utfordringer knyttet til EUs forslag om et krav til gjenvinning i skala. Foreslåtte krav går ut på at emballasjeavfall samles inn, sorteres og gjenvinnes gjennom moderne infrastruktur som dekker minimum 75 % av EUs befolkning. Det ble imidlertid nevnt at det per dags dato kan være mangel på nok PET-granulater *utenfor* pantesystemet til å tilfredsstillende dette kravet, og at dagens strøm av PET-skåler, -brett og -folie ikke er stor nok.⁷

Videre ble det nevnt at det foreslåtte kravet om andel resirkulert materiale i emballasje kan føre til større etterspørsel enn tilbud på rPET-granulater av god kvalitet og at kravet kan føre til at rPET-emballasje beregnet på matkontakt blir benyttet til annen PET-emballasje som i dag ikke er mulig å gjenvinne.^{8,9}

Noen aktører trakk også frem at EUs forslag til forordning om gjenvunnede plastmaterialer og gjenstander beregnet på å komme i kontakt med matvarer kan bli utfordrende med tanke på plastemballasje som samles inn sammen med restavfall og sorteres ut i et sentralsorteringsanlegg.¹⁰

Enkelte aktører påpekte at kravene til gjenvinning i skala kan være en mulighet ved at det bidrar til å stimulere nye gjenvinningsløsninger og -teknologier for materialer som er gjenvinnbare, men per i dag ikke gjenvinnes.^{11,12}

Kilder:

^{1,2,3} European Commission. (2022). *Proposal for a Regulation of The European Parliament and of The Council on packaging and packaging waste.*

^{4,6} Intervju med utenlandsk gjenvinningsaktør

⁵ Intervju med utenlandsk emballasjeprodusent

⁹ Eunomia. *Pet market in Europe – State of Play 2022.* (2022)

^{7,11} Intervju med Norner

^{8,12} Intervju med utenlandsk bransjeaktør

¹⁰ Intervju med gjenvinningsaktør

Drøfting av muligheter



Drøfting av muligheter

Muligheter for økt materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet

Formålet med denne rapporten har vært å kartlegge PET- og rPET-emballasje i Norge, herunder muligheter og barrierer for økt materialgjenvinning av denne materialstrømmen. Med bakgrunn i formålet er det kartlagt volum og bruksområder for PET-emballasje i det norske markedet og muligheter og barrierer knyttet til materialgjenvinning av PET-emballasje. Det er videre kartlagt kvalitetsutfordringer forbundet med gjenvinning av PET-emballasje og hvordan materialgjenvinning av PET-emballasje som ikke går i pantesystemet kan økes.

Det norske markedet for PET-emballasje er tydelig representert av et godt etablert pantesystem. Gjennom en effektiv infrastruktur for innsamling, sortering og gjenvinning av PET-flasker i pantesystemet oppnår Norge en høy innsamlings- og materialgjenvinningsgrad for denne materialstrømmen, henholdsvis ca. 99 % og 93 %.

Tallgrunnlaget viser at den årlige tilførselen av PET-emballasje utenfor pantesystemet er høy. Det tyder på at de vanligste bruksområdene for PET-emballasje er PET-brett og PET-flasker. Sammenliknet med pantesystemet er innsamlings- og materialgjenvinningsgraden utenfor pantesystemet lav, henholdsvis ca. 23 % og 3,4 %.

Kartleggingen indikerer betydelige forskjeller i både volum og infrastruktur for innsamling, sortering og gjenvinning av PET-emballasje i og utenfor pantesystemet i Norge. Det fremkommer at utfordringen med å gjenvinne PET-emballasje utenfor pantesystemet kan ha en sammenheng med begrensninger i gjenvinningsteknologi og infrastruktur for innsamlings-, sorterings- og gjenvinningsløsninger. Det kan også ha en sammenheng med materialsammensetning og design av emballasjeproduktene av PET.

Kartleggingen tyder på minst tre muligheter for økt materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet: 1) forbedret infrastruktur for innsamling, sortering og gjenvinning, 2) utvikling av gjenvinningsteknologi og 3) design av PET-emballasje.

Kartleggingen tyder videre på at aktørene i verdikjeden har ulikt perspektiv på andelen rPET-granulater som kan innblandes før kvaliteten til sluttproduktet forringes, og at det fortsatt er et behov for mer forskning på gjenvinningsteknologier som opprettholder kvaliteten på rPET-granulatene etter flere runder med mekanisk gjenvinning.

Forbedret infrastruktur for innsamling, sortering og gjenvinning
Resultatene fra kartleggingen indikerer at det er et behov for forbedret infrastruktur for innsamling, sortering og gjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet. Når det gjelder infrastruktur for innsamling ble det blant annet nevnt at antallet henvendelser om å inkludere flere emballasjeprodukter i pantesystemet har økt. Dette vil eventuelt kreve at både pantesystemet og emballasjeproduktet tilpasses.

Eunomia-rapporten pekte på at PET-skåler er skjørere enn PET-flasker (har lavere iboende viskositet), og at kvaliteten på det resirkulerte materialet kan forringes om det gjenvinnes sammen. Videre tyder resultatene på at PET-skåler er vanskelige å gjenvinne fordi de ofte består av flere lag og har mer lim og trykk på emballasjen.

Relevante tilpasninger i pantesystemet kan være å sortere PET-flasker fra andre PET-emballasjeprodukter, samt innføre designkriterier for emballasjeproduktene. Et annet alternativ kan være å tilpasse emballasjeproduktene til samme kvalitet som PET-flaskene, slik Faerch gjør med sine PET-skåler.

Eunomia-rapporten pekte videre på at det kan være fornuftig å sortere PET-skåler i hver sin strøm for klare, monomateriale emballasjeprodukter og klare, multimateriale emballasjeprodukter. Videre tyder resultatene i rapporten på at volum kan være en utfordring for å få til dette, både som en følge av for lite volum av materialstrømmen per dags dato og som følge av EUs forslag om krav til gjenvinning i skala.

Drøfting av muligheter

Muligheter for økt materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet

Det kan være hensiktsmessig med et volum på ca. 15 000 tonn per år av én emballasjetype for å opprette en ny linje for gjenvinning av emballasjeavfall. Med en estimert mengde på ca. 19 000 tonn PET-emballasje satt på markedet utenfor pantesystemet i Norge, kan det teoretisk sett være et gjenvinningspotensiale om all emballasjen samles inn, sorteres og gjenvinnes i én strøm. For å få til en økt materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet vil det være en fordel om det settes designkriterier til emballasjen. Kriteriene kan for eksempel inkludere antall lag av emballasje, innhold av lim og trykk på emballasjen og kriterier til farge.

Slik kan det også være mulig å utnytte eksisterende infrastruktur, for eksempel dagens pantesystem, til PET-emballasje som per dags dato samles inn og sorteres utenfor pantesystemet.

Det er derimot usikkert hvor stor andel av emballasjen satt på markedet utenfor pantesystemet i Norge som er emballasje for matkontakt og emballasje for ikke-matkontakt. Resultatene i kartleggingen indikerer at det bør opprettes én strøm for hver av disse. Dette baseres både på kravet om innblanding av maksimalt 5 % ikke-matvaregodkjent PET-materiale i gjenvinningsprosessen og EUs forslag til forordning om gjenvunnede plastmaterialer og gjenstander beregnet på å komme i kontakt med matvarer. Sistnevnte regelverk kan også gjøre det utfordrende å sortere ut PET-emballasje fra plastemballasje som er samlet inn sammen med restavfallet, slik det gjøres i sentralsorteringsanlegg og ved optibag-løsning – ordninger som til sammen omfatter ca. 30 % av befolkningen – og bruke dette til ny matvaregodkjent PET-emballasje.

Det kan tyde på at det er vanskelig å opprette en egen strøm for PET-emballasje utenfor pantesystemet hvis man ser på infrastrukturen i Norge isolert. Det kan være lurt å vurdere et samarbeid på tvers av systemer som har god kontroll på hele verdikjeden og der fokuset er på kvaliteten til sluttproduktene, slik det tyder på å være i Norden.

Utvikling av sorterings- og gjenvinningsteknologi
Resultatene fra kartleggingen indikerer at det er behov for utvikling

av gjenvinningsteknologi for å øke gjenvinningen av PET-emballasje utenfor pantesystemet. Slik emballasjen er utformet i dag, ofte med flere lag, lim og trykk på emballasjen, kan det være utfordrende å vaske emballasjen på en måte som opprettholder kvaliteten frem til et resirkulert sluttprodukt.

Videre pekte Eunomias rapport på at innsamlings- og sorteringsgraden for PET-skåler og annen PET-emballasje er mye lavere enn for PET-flasker i Europa, og at det derfor er et begrenset antall anlegg som gjenvinner disse emballasjeproduktene i dag.

Det ble videre nevnt i intervju at det er få muligheter for utsortering og gjenvinning av PET-skåler og PET-brett i Norge i dag. Det ble derimot nevnt at de fleste sentralsorteringsanlegg i Norden og Plastreturs finsorteringsanlegg (under oppføring) er utstyrt med teknologi til å sortere ut PET-emballasje ved behov.

Det ble i tillegg nevnt at PET-emballasje samlet inn utenfor pantesystemet ofte er av lavere kvalitet enn PET-flasker. Samtidig peker Eunomias rapport på at PET-emballasje samlet inn gjennom hente- og bringeordninger resulterer i lavere plastballe-kvalitet (se vedlegg 2). Kilder til problemer i plastballe-kvaliteten inkluderer uønskede polymerer, papirfibre, tekstiler og glasskår. Uønskede polymerer som PVC kan svekke kvaliteten på produsert rPET-materiale, mens papirfibre, glasskår og tekstiler reduserer produksjonseffektiviteten og fører til tap av PET i vaskeprosessen.

Det fremkommer av kartleggingen at gjenvinningsteknologien per dags dato ikke er tilstrekkelig utviklet til å gjenvinne PET-emballasje som er samlet inn og sortert utenfor pantesystemet. Det tyder også på at dette er grunnen til at sorteringsanleggene ikke sorterer ut denne materialstrømmen per dags dato.

Flere aktører nevnte at det er situasjonsavhengig hva som er den beste tilgjengelige gjenvinningsteknologien. Resultatene viser at dette kan avhenge av faktorer som energi- og ressursbruk, kvalitet på både materialene som kommer inn og ønsket kvalitet på sluttproduktet, kostnader, industriell modenhet og endelig klimafotavtrykk til teknologien.

Drøfting av muligheter

Muligheter for økt materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet

Videre tyder det på at mekanisk gjenvinning av PET-emballasje har flere fordeler ved at det er få tekniske krav til infrastruktur, lavere kostnader, høy industriell modenhet og relativt lavt energi- og ressursforbruk sammenliknet med kjemisk gjenvinning. Ulempen ved denne teknologien er at kvaliteten på det resirkulerte materialet er svært avhengig av kvaliteten og renheten på emballasjen som gjenvinnes. Dessuten vises det til at det er begrenset hvor mange runder materialet kan gjenvinnes mekanisk. Av resultatene fremkommer det videre at kjemisk gjenvinningsteknologi kan være en mulighet for å øke materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet. Ved kjemisk gjenvinning er kravet til materialene som sendes til gjenvinning lavere enn ved mekanisk gjenvinning. Videre kan kvaliteten på det resirkulerte materialet sammenliknes med kvaliteten på jomfruelige PET-granulater. Ulempen ved denne teknologien er at det er mange tekniske krav til infrastruktur, høyt energibehov, komplekse anlegg og høye kostnader.

Det er flere aktører som utforsker kjemisk gjenvinningsteknologi for PET-emballasje og polyester, blant annet Plast Nordic og Morssinkhof. Plast Nordic ser, til eksempel, på utnyttelse av Gr3n sin MADE-teknologi¹ der polymerene blir demontert til monomerene TPA og MEG med en patentert mikrobølgeteknologi. Denne teknologien kan håndtere ulike typer PET-emballasje, har en gjennomsnittlig utnyttelsesgrad av PET-materialet på 97 % når prosessstap tas høyde for, og resirkulerer PET-emballasje med opptil 30 % forurensning.

Kartleggingen tyder på at kjemisk gjenvinning vil bli en viktig gjenvinningsteknologi i fremtiden. Flere aktører har nevnt at fremtidens PET-flasker vil bestå av en mindre andel (20-30 %) resirkulerte PET-granulater fra et kjemisk gjenvinningsanlegg. Dessuten klarer ikke dagens gjenvinningsteknologi godt nok å resirkulere PET-emballasje som er utsatt for forurensning fra flere ledd i verdikjeden, og som per dags dato ikke gjenvinnes i et lukket kretsløp slik som PET-flasker. Det er også en mulighet å kombinere mekanisk og kjemisk gjenvinningsteknologi i et og samme anlegg. Videre tyder det på et behov for mer forskning på teknologi som opprettholder kvaliteten på rPET-granulatene etter flere runder med mekanisk gjenvinning.

Design av PET-emballasje

Resultatene tyder på at PET-skåler er vanskeligere å gjenvinne fordi de har mer lim og trykk på emballasjen, ofte har flere lag av ulike polymerer og generelt en lavere kvalitet sammenliknet med PET-flasker. Det tyder derfor på at strengere designkrav til PET-emballasje vil kunne øke materialgjenvinningsgraden av denne utenfor pantesystemet. Det finnes per dags dato få standarder for å få til dette, men det er flere i industrien som engasjerer seg.

Det ble nevnt at en designguide bør inkludere både design av PET-emballasje av nær-matkontaktkvalitet og alternativer til gjenbruk, i tillegg til design for matkontakt-kvalitetsemballasje.

Det er ulike forskningsprosjekter som ser på muligheten for økt gjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet. For eksempel undersøker prosjektet «Holy Grail» om digital vannmerking av emballasje kan bidra til nøyaktig sortering og resirkulering av høy kvalitet. Hensikten med prosjektet er å forbedre utsorteringen av post-forbrukeremballasje gjennom kjemiske sporstoffer og digitale vannmerker.

Fordeler med Holy Grail-prosjektet tyder på å være at bedre sortering kan bidra til å forbedre kvalitet og kvantitet av resirkulert materiale på markedet, samt at automatisk gjenkjenning av produkter effektiviserer utsorteringsprosessen. Ulemper med prosjektet tyder på å være at det er kostbart å implementere fordi det krever endring av etiketter, infrastruktur og kommunikasjon ut mot forbruker.

Et annet eksempel er forskningsprosjektet ReCy Food Pack som utvikler en kunnskapsplattform for bærekraftige og trygge matemballasjematerialer. Prosjektet har til hensikt å demonstrere egnetheten til resirkulert plast for matkontaktemballasje og innebærer å kartlegge hvordan matemballasjesystemer designes, samles inn og sorteres for å øke resirkuleringsgraden og samtidig oppfyller krav til matsikkerhetsreguleringer.

¹ Gr3n utvikler teknologien og er eier av IP-en. Plast Nordic ønsker å bygge anlegg basert på deres teknologi

Drøfting av muligheter

Muligheter for økt materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet

I diskusjonen om hvordan PET-emballasje kan designes for økt materialgjenvinning fremkommer det at produsenter og gjenvinnere har noe ulikt perspektiv på hvilket nivå av rPET-granulater som kan aksepteres i materialstrømmen før kvaliteten forringes.

Det fremkommer at mattrygghet og -kvalitet er viktige faktorer for produsenter ved produksjon av PET-emballasje ment for matkontakt. Videre tyder resultatene på at fargen til sluttproduktet ikke er et kvalitetskrav i seg selv for produsenter. For produsenter ser det ut til at nivåene av iboende viskositet er en viktig kvalitetsfaktor, og at denne bør være over 0,80 dL/g. Videre tyder det på at migrasjon av kjemikalier er et viktig kvalitetsaspekt.

Videre fremkom det at massebalanse i kretsløpet for produksjon, innsamling, sortering og gjenvinning av PET-emballasje er viktige aspekter. Det fremkom også at gråfarge på sluttproduktet, krystallisasjonsnivåer, innhold av CO₂ i PET-emballasjen og akkumulering av partikler er viktige kvalitetsfaktorer i gjenvinningsprosessen.

Forskningsartiklene peker på at det i ekstruderingsprosessen, med en kombinasjon av varme og «skjæring» av PET-polymerene, skjer en termooksidativ kjedesplitting, kjedeforgreining eller tverrbinding av polymerene, og at det kreves tilsetningsstoffer som forlenger polymerkjedene for å opprettholde kvaliteten på PET-polymeren etter gjenvinning. Det ble nevnt i intervju om en upublisert forskningsartikkel med Sintef (Karl et al., under utarbeidelse) at fremtidig forskning bør fokusere på anvendelighet og mekanismer for kjedeforlengere ved et større antall ekstruderingsykluser, og hvilket potensiale kjedeforlengere har til å forbedre egenskapene ved blandede PET-fraksjoner. Videre viser forskningslitteratur at Solid State Polycondensation, som ofte er det siste steget i den mekaniske gjenvinningsprosessen, har en positiv innvirkning på IV-nivåene.

Kartleggingen indikerer at design for gjenvinning er viktig for økt materialgjenvinning av PET-emballasje utenfor pantesystemet. Aktørene virker enige om at mindre produktvariasjon og enhetlig

forståelse av design for resirkulering vil bidra til økt gjenvinning av PET-emballasje. Det er derimot usikkert nøyaktig hvilken andel rPET-granulat som kan innblandes i PET-emballasjen før det forringer kvaliteten på sluttproduktet. Resultatene tyder på at det avhenger av både gjenvinningsteknologi, perspektivet på kvalitet på sluttproduktet og kvalitet på materialet som går inn i gjenvinningsprosessen. Forskning viser til at målet generelt bør være å ha rene fraksjoner og lite innhold av stoffer som påvirker den mekaniske, fysiske eller kjemiske kvaliteten negativt, som f.eks. materiale fra fargete flasker, lim, merkelapper, metaller eller andre forurensninger for å få en høy sorterings- og resirkuleringseffektivitet.

Kombinasjonen av lite volum av PET-emballasje utenfor pantesystemet, lav utsorterings- og gjenvinningsgrad og tekniske/praktiske utfordringer vil kunne gjøre det krevende å nå materialgjenvinningsmålene. Det peker på et behov for innsats på flere områder. Resultatene tyder på at utvikling av regelverk kan være en viktig driver for innovasjon, utvikling av gjenvinningsteknologi og emballasjedesign. Det kan også være lurt å vurdere kriterier for harmonisering av emballasjedesign, slik at emballasjen både vil kunne tilfredsstillende kvalitetskravene til produsenter, forbrukere og gjenvinnere.

Videre tyder resultatene på at samarbeid på tvers av Nordiske land kan være hensiktsmessig for å øke volum og tilførsel av PET-emballasje utenfor pantesystemet til et tilfredsstillende nivå for gjenvinning i skala. Dette er forhold som bør håndteres gjennom formelle prosesser for å sikre gode, enhetlige retningslinjer og standarder, i et samarbeid mellom myndighetene og aktørene i verdikjeden.

Avslutningsvis kan videre forskning, blant annet innen bruk av teknologier som kombinerer mekanisk og kjemisk gjenvinning i samme anlegg vurderes, samt hvordan kjedeforlengere kan brukes som et alternativ til SSP-prosessen. Videre tyder det på et behov for mer forskning på teknologi som opprettholder kvaliteten på rPET-granulatene etter flere runder med mekanisk gjenvinning

Referanser



Referanseliste



- Alvarado Chacon, F., Brouwer, M. T., & Thoden van Velzen, E. U. (2020). *Effect of recycled content and rPET quality on the properties of PET bottles, part I: Optical and mechanical properties*. Packaging Technology and Science, 33(9), 347-357.
- Anton Paar. *Intrinsic Viscosity as Quality Control Parameter of PET*. Hentet 02.03.2023 fra [Polymers | Intrinsic Viscosity Measurements for Quality Control of PET :: Anton-Paar.com](#)
- Berg, D., Schaefer, K., & Moeller, M. (2019). *Impact of the chain extension of poly (ethylene terephthalate) with 1, 3-phenylene-bis-oxazoline and N, N'-carbonylbiscaprolactam by reactive extrusion on its properties*. Polymer Engineering & Science, 59(2), 284-294.
- Cirrec – A part of Faerch (u.å.). *The closed Loop Buy-Back Programme*. Hentet 12.04.2023 fra [Closed loop packaging concept for food providers \(cirrec.nl\)](#)
- CocaCola. (u.å.). *Coca-Cola announces invests in enhanced recycling as part of 'world without waste' vision*. Hentet 13.04.2023 fra [Chemical recycling | New investments in Enhanced Recycling | Coca-Cola GB](#)
- CuRe Technology. (u.å.). *How it works*. Hentet 13.04.2023 fra: [How it works | our CuRe Polyester Rejuvenation Technology \(curetechnology.com\)](#)
- C. W. Karl et al., *Characterization of recycled PET with various chain extenders*, manuskript i utarbeidelse.
- de Belder, G. (2019). HolyGrail: Tagging packaging for accurate sorting and high-quality recycling. [Holy_Grail_project_summary.pdf \(ctfassets.net\)](#)
- Deloitte. (2019). *Sirkulær plastemballasje i Norge – Kartlegging av verdikjeden for plastemballasje*. Hentet fra [Deloitte_Kartlegging-av-verdikjeden-for-plastemballasje.pdf \(emballasjeforeningen.no\)](#)
- Digital Watermarks. (u.å.). *Pioneering Digital watermarks for smart packaging recycling in the EU – Digital Watermarks Initiative Holy Grail 2.0*. Hentet 13.04.2023 fra: [Pioneering Digital Watermarks | Holy Grail 2.0](#).
- Eunomia. (2022). *PET Market in Europe – State of Play 2022*. Hentet fra: <https://www.plasticsrecyclers.eu/wp-content/uploads/2022/10/pet-market-in-europe-2022.pdf>
- European Commission. (2022). *Proposal for a Regulation of The European Parliament and of The Council on packaging and packaging waste*. <https://environment.ec.europa.eu/system/files/2022-11/Proposal%20for%20a%20Regulation%20on%20packaging%20and%20packaging%20waste.pdf>
- European Food Safety Authority (EFSA). Hentet 12.04.2023 fra: [European Food Safety Authority – EFSA | European Union \(europa.eu\)](#)
- European Union. (2008). Regulation (EC) No 282/2008 of the European Parliament and of the Council of 27 March 2008 on recycled plastic materials and articles intended to come into contact with foods and amending Regulation (EC) No 2023/2006. Official Journal of the European Union. Hentet fra [EUR-Lex - 32008R0282 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)
- Faerch. (u.å.). *We are the world's only integrated tray-to-tray recycler*. Hentet 12.04.2023 fra [Recycling of food pots, food tubs and food trays \(faerch.com\)](#)
- Forslag til en forordning fra Europaparlamentet og Rådet. (2021). *Emballasje og emballasjeavfall, endring av forordning (EU) 2019/1020 og direktiv (EU) 2019/904, og opphevelse av direktiv 94/62/EF*. Europakommisjonen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021PC0557&rid=2>
- Franz, R., & Welle, F. (2020). *Contamination levels in recollected PET bottles from non-food applications and their impact on the safety of recycled PET for food contact*. Molecules, 25(21), 4998.
- Grant, A., Cordle, M., & Bridgwater, E. (2020). *Analysis of Drivers Impacting Recycling Quality*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Hebrok, M., Throne-Holst, H., & Bakkei, N. Z. (2021). *Plastsortering i norske kommuner – hvorfor er det så store forskjeller?*
- Infinitem. (Januar 2023). Bransjemøte.
- Infinitem. (2023). *Material and packaging specifications for beverage containers in the Infinitem deposit return system*. 20230401-infinitem-material-specs-ver12.pdf
- Infinitem. (2016). Årsrapport. [infinitem_a-rsrapport_web_2016.pdf](#)
- Infinitem. (2021). Årsrapport. [infinitem_a-rsrapport_2021_web.pdf](#)
- Infinitem (u.å.). *Pantereisen*. Pantereisen (infinitem.no)
- Karl et al. (u.å.). Under utarbeidelse.
- MilanPolymerDays. (u.å.). *Recycling polymeric materials via an alkaline hydrolysis depolymerization process: gr3n approach*. Hentet 13.04.2023 fra: [Recycling polymeric materials via an alkaline hydrolysis depolymerization process: gr3n approach | Milan Polymer Days](#)
- Miljøstatus Miljødirektoratet. (sist oppdatert 16.02.2022). *Emballasjeavfall*. Hentet 11. april 2023 fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/avfall/emballasjeavfall/>
- Mattilsynet. (31.01.2023). *Nytt regelverk for materialgjenvunnet plast*. Hentet 13.04.2023 fra [Nytt regelverk for materialgjenvunnet plast | Mattilsynet](#)
- Mattilsynet. *Om oss*. Hentet 12.04.2023 fra [Om Mattilsynet | Mattilsynet](#)
- Norner. (u.å.) *RecyFoodPack*. Hentet 13.04.2023 fra [RecyFoodPack project - Norner](#)
- Pinter, E., Welle, F., Mayrhofer, E., Pechhacker, A., Motloch, L., Lahme, V., ... & Tacker, M. (2021). *Circularity study on PET bottle-to-bottle recycling*. Sustainability, 13(13), 7370.
- Sintef. *Prosjekt PlastiCircle*. Hentet 11.05.2023 fra <https://www.sintef.no/en/projects/2017/plasticircle-improvement-of-the-plastic-packaging-waste-chain-from-a-circular-economy-approach/>
- Schyns, Z. O., & Shaver, M. P. (2021). *Mechanical recycling of packaging plastics: A review*. Macromolecular rapid communications, 42(3), 2000415.
- Shamsuyeva, M., & Endres, H. J. (2021). *Plastics in the context of the circular economy and sustainable plastics recycling: Comprehensive review on research development, standardization and market*. Composites Part C: open access, 6, 100168.
- Uekert, T., Singh, A., DesVeaux, J. S., Ghosh, T., Bhatt, A., Yadav, G., ... & Carpenter, A. C. (2023). *Technical, Economic, and Environmental Comparison of Closed-Loop Recycling Technologies for Common Plastics*. ACS Sustainable Chemistry & Engineering.
- Veolia (u.å.). *Fetsund, Norway – Veolia PET Norge AS*. Hentet mars 2023 fra [Veolia PET Norge AS ENG | Veolia Deutschland](#)

Vedlegg



Vedlegg 1: Markedet for PET- emballasje i Europa

Eunomias rapport “PET market in Europe – state of play (2022)” beskriver markedet for PET-emballasje i Europa gjennom fire deler; Produksjon og forbruk, Innsamling og sortering, Gjenvinning og Sluttmarked for rPET-emballasje.

Emballasjesektoren er av stor betydning for total etterspørsel etter emballasjeprodukter av PET i det europeiske markedet. Bruksområdene for emballasje i Europa i 2020 var hovedsakelig PET-flasker og -skåler. Av all PET-emballasje som settes på markedet er det en liten andel som resirkuleres og blir til rPET-granulater. Det er forventet at kapasiteten på resirkulering av PET-skåler og andre liknende PET-produkter skal øke de neste 2-3 årene.

Under presenteres hovedfunnene fra Eunomias rapport:

Produksjon og forbruk

- Den totale etterspørselen etter PET-emballasje i Europa økte med ca. 3,4 %, fra 4.95 til 5.12 megatonn (MT), i perioden 2018-2020.
- Rapporten viser til at det har vært et mulig skifte fra bruk og import av jomfruelig PET til produksjon av rPET. Utsagnet baseres på en sammenlikning av to datasett, og bør derfor ikke betraktes som en trend.
- I 2020 bestod andelen PET-produkter på markedet i Europa av 97 % PET-emballasje og 3 % annet. 70 % av PET-emballasjen var flasker, mens 20 % var PET-skåler.

Innsamling og sortering

- Siden mesteparten av PET-produktene er engangsprodukter som raskt kastes, antas det i rapporten at de fleste PET-produkter som blir satt på markedet i løpet av et år, blir tilgjengelig for innsamling innen samme tidsrom.
- Ca. 4,6 megatonn (MT) stiv PET-emballasje var tilgjengelig for innsamling i 2020, der ca. 49 % av det som var tilgjengelig for innsamling faktisk ble samlet inn og sortert for resirkulering.
- Ca. 61 % av det som ble samlet inn og sortert for resirkulering var PET-flasker, mens 21 % var PET-skåler.
- Rapporten viser til at PET-skåler som regel har blitt samlet inn med blandet lettvektig plastemballasje i det siste tiåret.
- Landene som har en returordning for PET-flasker, oppnådde en høyere resirkuleringsgrad sammenliknet med land som ikke har en returordning.
- I gjennomsnitt ble det sortert ut 25 % klare PET-flasker, 24 % PET-flasker med blandete farger og 21 % klare/blå PET-flasker. Fargebruken varierer etter hvilket land i Europa som produserer PET-flaskene.

Gjenvinning

- I 2020 ble ca. 2,4 MT PET resirkulert i Europa. Av dette ble 1,7 MT flakes produsert. 632 kT av dette ble sendt til ekstruder, der 606 kT pellets ble produsert.

- Rapporten antyder at kapasiteten på resirkulering av PET-skåler vil øke de neste 2-3 årene (2023-2025). Økningen vil omfatte ca. 10 % av skålene og litt mindre enn halvparten av brettene som per i dag samles inn.
- Rapporten antyder at gjenvinning av PET-skåler og PET-flasker bør gjøres i hver sin strøm. Bakgrunnen er at PET-skålene er laget av et skjørere PET-materiale enn PET-flasker. Flakene som produseres fra PET-skåler kan derfor forringe kvaliteten på rPET-granulatene hvis de ekstruderes sammen med flak fra PET-flasker.

Sluttmarked (rPET)

- Hovedmarkedet for rPET i 2020 var emballasje, der den største andelen av rPET ble brukt til skåler og folie (32 %), deretter til flasker beregnet for matkontakt (29 %).
- Rapporten estimerer at det gjennomsnittlige innholdet av rPET i PET-flasker i Europa i 2020 var på ca. 17 %.
- Rapporten estimerer at det gjennomsnittlige innholdet av rPET i PET-skåler og liknende PET-produkter i Europa i 2020 var på ca. 52 %.

Vedlegg 2: Egenskaper ved PET-polymeren som påvirker kvaliteten på sluttproduktet etter gjenvinning



Pinter, E. et al. (2021) trekker fram at et viktig aspekt ved gjenvinning av PET-emballasje er hvordan forurensning påvirker sluttproduktet med hensyn til mulige effekter på menneskelig helse. Det er spesielt viktig å følge med på kreftfremkallende, mutagene eller reproduksjonstoksiske (KMR) stoffer ved håndteringen av ukjente stoffer, som forurensning, ved gjenvinning av PET-emballasje. EFSA har derfor satt en grense på **at ikke mer enn 5 %** av innholdet i PET-strømmen i gjenvinningsprosessen skal stamme fra kilder som **ikke** er matvaregodkjent emballasje. Dette for å sikre en konsistent og tilstrekkelig kvalitet.¹ Franz og Welle (2020) har derimot vist i en studie at innblanding av opptil 20 % ikke-matvaregodkjent emballasje i materialstrømmen inn i gjenvinningen ikke gir noen negativ påvirkning eller sikkerhetsproblemer.²

Selv om pantesystemet er et lukket system, kan det fortsatt forekomme forurensning etter forbruk. Forurensning av produktene kan skje i alle stadier av verdikjeden: ved bruk i husholdningen, ved innsamling og sortering, i resirkulerings-prosessen eller i omformingen til nye produkter. Det er derfor viktig å kontrollere resirkuleringsprosessen nøye, spesielt tidligere nevnte KMR-stoffer, men også forurensede stoffer som kan dukke opp i PET-flaskene etter forbruk; acetaldehyd, benzen, 2-methyl-1,3-dioxolane, etylen glykol og limonen. Sistnevnte stoffer har ulike egenskaper som påvirker resirkulerings-prosessen. Resirkuleringsteknologien «Solid State Polycondensation» (SSP)

er kjent for å redusere konsentrasjonen til acetaldehyd, 2-methyl-1,3-dioxolane og etylen glykol. Etylen glykol er både en PET monomer og et nedbrytningsprodukt, og konsentrasjonen avhenger både av SSP-behandlingen og omformerprosessen. Limonen er et typisk bismaksstoff og en matbåren forurensning. Nivåene av limonen reduseres betraktelig gjennom en kraftig renseprosess i den mekaniske resirkuleringen.³

Et viktig aspekt for kvaliteten av rPET-materialet er systemet for sortering og innsamling. Eunomias rapport om PET-markedet (2022) viser til at PET-materialer som samles inn gjennom hente- og bringeordninger resulterer i lavere plastballe-kvalitet. Høyere nivå av papirfiber og organisk materiale i husholdnings-PET vil øke kostnader og sorteringstap. Kilder til problemer i plastballe-kvalitet inkluderer; uønskede polymerer, som PVC, som krever videre sortering og kan svekke kvaliteten på produsert rPET og papirfibre, tekstiler og glasskår som reduserer produksjons-effektivitet og fører til tap av noe PET i vaskeprosessen. Videre viser Eunomias rapport til at PET-skåler sortert sammen med PET-flasker kan påvirke kvaliteten på PET-flakene. Materialet som brukes til å produsere PET-skåler er skjørere enn det som brukes til å produsere PET-flasker, og produserer derfor mer finstoff når det blir prosessert om til flak. Hvis PET-skåler og PET-flasker resirkuleres sammen, kan PET-skålene opptre som forurensning i resirkuleringsprosessen av PET-flasker.⁴

Pinter, E. et al. (2021) skriver at forurensninger som leder til tåke

eller gulfarge i sluttproduktet er uønsket. Mer presist er innholdet av polymerer som PVC eller polyamid (PA) kritisk, da dette kan føre til gulfarge eller kjedenedbrytning, i tillegg til dannelse av benzen. Generelt er målet å ha en høy sorterings- og resirkuleringseffektivitet med rene fraksjoner og lite innhold av stoffer som påvirker den mekaniske, fysiske eller kjemiske kvaliteten negativt, som f.eks. materiale fra fargete flasker, lim, merkelapper eller metaller.⁵

Videre skriver Pinter, E. et al. (2021) at også iboende egenskaper ved PET, som viskositet og smeltestrømnings-hastigheten, er avgjørende for kvaliteten til PET.⁶ Iboende viskositet (IV) er en viktig markeds-kvalitet og verdien av denne bør være over 0,8 dL/g for flasker med CO₂-holdig drikke.⁷ Bruk av SSP-teknologi har en positiv innvirkning på IV-verdien, ved at flere uønskede volatile biprodukter blir fjernet, og molekylærmassen blir forbedret – og dermed indirekte forbedrer IV-verdien.⁸

Kilder:

- ¹ Pinter et al. *Circularity study on PET bottle-to-bottle recycling*. (2021)
- ² Franz, R., & Welle, F. *Contamination levels in recollected PET bottles from non-food applications and their impact on the safety of recycled PET for food contact*. (2020)
- ³ Eunomia. *Pet market in Europe – State of Play 2022*. (2022)
- ⁴ Alvarado Chacon et al. *Effect of recycled content and rPET quality on the properties of PET bottles, part I: Optical and mechanical properties*. (2020)

Vedlegg 3: Gjenvinningsteknologier for PET-emballasje



Etter «EUs Green Deal» har flere produsenter gått over til en høyere andel av resirkulert materiale i produktene sine. Polyetylen Tereftalat (PET) brukes ofte til matvaregodkjent emballasje fordi det har gode forutsetninger for resirkulering på en trygg og effektiv måte. PET-polymeren absorberer bl.a. mindre forurensning sammenliknet med andre plastpolymerer. Flere mekaniske resirkuleringsteknologier for PET-emballasje er godkjent av EFSA, som betyr at emballasjeprodukter av resirkulert PET (rPET) fra godkjente anlegg trygt kan brukes i ny emballasje, for eksempel i flasker til mineralvann.¹

Det er spesielt etterspurt et høyt innhold av resirkulerte PET-granulater (rPET) i PET-flasker fra både industrien og forbrukere.² I tillegg opplever produsenter at store andeler av klimagassutslippene fra produksjonsprosessen er knyttet til emballasje. I overgangen til en sirkulær økonomi er derfor innblanding av rPET-granulater i produktene et viktig klimatiltak.³

Selv om flere flaskeprodusenter allerede har innført opptil 100 % rPET i produktene sine, er gjennomsnittet av rPET-innholdet i flaskene i Europa rundt 17 % (i 2020).⁴ I Norge er det gjennomsnittlige innholdet av rPET i panteflaskene på rundt 30-40 %.^{5,6}

Gjenvinningsteknologier

Det er to prinsipielle tilnærminger til resirkulering av PET-emballasje: resirkulering i et lukket kretsløp og resirkulering i et

åpent kretsløp. Ved resirkulering i et lukket kretsløp blir ikke PET-polymeren endret i signifikant grad og det resirkulerte PET-granulatet kan brukes på nytt i et tilsvarende produkt. Pante-systemet er et godt eksempel på resirkulering i et lukket kretsløp. Ved resirkulering i et åpent kretsløp vil egenskapene til PET endres, og det resirkulerte materialet kan ikke brukes til å lage tilsvarende produkt. Det kan derimot brukes til å lage andre produkter, for eksempel som fiber til tekstiler.⁷ Dette kalles en «downcycling» av materialet.

Gjenvinningsteknologier for plast kan overordnet deles inn i 5 typer; mekanisk gjenvinning, kjemisk gjenvinning, fysisk gjenvinning, biologisk gjenvinning og energigjenvinning. For PET er mekanisk gjenvinning i et lukket kretsløp den mest modne teknologien, over kjemisk gjenvinning i et lukket kretsløp.⁸

Taylor Uekert et al. (2023) sammenlikner flere ulike typer gjenvinningsteknologier for bl.a. PET med utgangspunkt i tekniske, økonomiske og miljømessige kriterier. Tekniske kriterier er bl.a. hvor robust teknologien er for forurensning, hvor godt materialet bevares gjennom resirkuleringsprosessen, sannsynligheten for at det resirkulerte materialet kommer tilbake i en ny gjenvinningsrunde og materialkvaliteten til det resirkulerte materialet. Et av resultatene var at materialkvaliteten til rPET er dårligere ved mekanisk gjenvinning (0,75) sammenliknet med kjemiske gjenvinningsprosesser (metanolyse (1,0), oppløsning (0,94) og enzymatisk hydrolyse (0,93)). Grunnen til dette knyttes til

ekstruderingsprosessen, der kombinasjonen av varme og «skjæring» av PET-polymerene forårsaker en termooksidativ kjedesplitting, kjedeforgreining eller tverrbinding. Det er nødvendig med tilsetningsstoffer som bl.a. forlenger kjedene for å opprettholde kvaliteten som gjør at PET-materialet er egnet for resirkulering.^{9, 10}

Mekanisk gjenvinning av PET har flere fordeler; det er få tekniske krav til infrastruktur, lave kostnader, høy industriell modenhet og et relativt lavt energi- og ressursforbruk sammenliknet med anlegg for kjemisk gjenvinning. Ulemper med mekanisk gjenvinning er; kvaliteten på det resirkulerte materialet er svært avhengig av kvaliteten og renheten på materialet som sendes inn til gjenvinning, det er begrenset hvor mange runder materialet kan mekanisk gjenvinnes og godkjennelse fra EFSA på det resirkulerte materialet er situasjonsavhengig.¹¹

Kjemisk gjenvinning av PET har følgende fordeler; kravet til materialene som sendes til kjemisk gjenvinning er medium-lavt, kvaliteten på det resirkulerte materialet kan sammenliknes med kvaliteten på jomfruelig PET og det er stor sannsynlighet for å få godkjennelse fra EFSA på det resirkulerte materialet. Ulemper med kjemisk gjenvinning er; det er mange tekniske krav til infrastruktur, høyt energibehov, komplekse anlegg og teknisk utfordrende med en desentralisert prosessering, krever bruk av spesielle løsemidler og har høye kostnader.¹²

Kilder

^{1, 2} Pinter et al. *Circularity stu dy on PET bottle-to-bottle recycling*. (2021)

^{3, 5} Intervju med drikkevareprodusent

⁴ Eunomia. *Pet market in Europe – State of Play 2022*. (2022)

⁶ Intervju med Norner

^{7, 11, 12} Shamsuyeva, M., & Endres, H. J.. *Plastics in the context of the circular economy and sustainable plastics recycling: Comprehensive review on research development, standardization and market*. (2021)

^{8, 9} Uekert, T. et al. *Technical, Economic, and Environmental Comparison of Closed-Loop Recycling Technologies for Common Plastics*. (2023)

¹⁰ Schyns, Z. O., & Shaver, M. P.. *Mechanical recycling of packaging plastics: A review. Macromolecular rapid communications*. (2021)

Vedlegg 4: Beskrivelse av gjenvinnings- teknologier

Beskrivelse av
gjenvinningsteknologier for
emballasjeprodukter fra PET til rPET

Mekanisk resirkulering

*Prosessering av plastavfall til sekundært råmateriale uten å
signifikant endre den kjemiske strukturen til en gitt polymer.*

- Steg i en mekanisk resirkuleringsprosess: innsamling, identifisering, sortering, sliping, vasking, agglomerering og ekstrudering/sammensetting (krystallisering av PET-pellets).
- De mest brukte resirkulerte plastmaterialene er:
 - «Re-kvernet» (flakes) – et resirkulert materiale som kommer ut av slipe- eller makuleringsprosessen som små flak.
 - «Re-granulert» - et resirkulert materiale som kommer ut av ekstruderingsprosessen som et granulert uten at den kjemiske sammensetningen fra input-materialet er endret.
 - «Re-sammensatt» eller «regenerert» - et resirkulert materiale som har en modifisert kjemisk sammensetning sammenliknet med input-materialet.

Fordeler:

- Få tekniske krav til infrastruktur/prosess.
- Mulig med desentralisert prosessering.
- Relativt lavt energi- og ressursforbruk sammenliknet med anlegg for kjemisk eller fysisk resirkulering.
- Lave kostnader.
- Høy industriell modenhet.

Ulemper:

- Kvaliteten på output-materialene er svært avhengig av kvaliteten og renheten på materialene som går inn.
- Godkjennelse fra EFSA på output-materialet er situasjonsavhengig.
- Begrenset mulighet for flere resirkuleringsrunder.

Kjemisk resirkulering

*Depolymerisering av polymerer under kontrollerte forhold der de
gjenvunnede kjemiske bestanddelene blir brukt som råstoff i
produksjon av nye materialer.*

- Kjemisk gjenvinning er en paraplybetegnelse på flere prosesser, som kan deles inn i to grupper: termolyse og solvolyse.

Fordeler:

- Krav til kvalitet på input-materialene er medium-lav.
- Kvaliteten på det som kommer ut fra kjemisk gjenvinning er sammenliknbart med kvaliteten på den jomfruelige råvaren.
- Stor sannsynlig for godkjennelse fra EFSA på output-materialet.

Ulemper:

- Mange tekniske krav til infrastruktur/prosess.
- Foreløpig teknisk utfordrende og uøkonomisk med desentralisert prosessering.
- Høyt energibehov.
- Komplekse resirkuleringsanlegg.
- Bruk av spesielle løsemidler.
- Lav industriell modenhet.
- Høye kostnader.

Andre gjenvinningsteknologier for PET-emballasje:

- Fysisk resirkulering.
- Biologisk resirkulering.
- Energigjenvinning.

Kilde:

Shamsuyeva, M., & Endres, H. J.. *Plastics in the context of the circular economy and sustainable plastics recycling: Comprehensive review on research development, standardization and market.* (2021)

Vedlegg 5: Nye gjenvinnings- teknologier

Nye gjenvinningsteknologier for økt
resirkulering av emballasjeprodukter
fra PET til rPET

Gr3n (Plast Nordic)^{1,2:}

- Ny kjemisk gjenvinningsteknologi (depolymerisering) for PET-emballasje og polyester (tekstiler) kalt MADE (*Microwave Assisted Depolymerization*).
- Teknologien er utviklet av Gr3n. Gr3n har inngått en avtale med Plast Nordic som jobber med å etablere det første anlegget i Norden.
- Innsatsfaktorene i prosessen er avfallsstrømmer av PET-emballasje og polyester, energi (elkraft og varme) og vann.
- Polymerene blir demontert til monomerene TPA og MEG ved hjelp av alkalisk hydrolyse kombinert med en patentert mikrobølgeteknologi.
- Med hensyn til prosessstap, er den gjennomsnittlige utnyttelsesgraden rundt 97%.³
- MADE kan håndtere ulike typer PET-emballasje; alt som ikke er PET-emballasje betraktes som en urenhet, uavhengig av om det reagerer på kjemiske reaksjoner eller ikke, og kan fjernes på ulike stadier av prosessen.⁴
- **Fordeler med MADE:**
 - Teknologien kan bruke råvarer med opp til 30 % forurensning (farge og fargestoffer, andre polymerer, multimateriale).
 - Prosessen krever ingen katalysator.
 - Tillater uendelig bruk av monomerer for å produsere PET-granulater av liknende kvalitet som jomfruelige PET-granulater.⁵
 - Depolymerisering tar mye kortere tid (mindre enn 10 minutter), sammenliknet med mange konkurrerende teknologier.⁶
 - Monomerene som produseres er *state of the art* for produksjon av PET-emballasje og tekstiler.

CuRe (Morssinkhof)⁷

- Kjemisk gjenvinningsteknologi for PET-emballasje og Polyester (kalt *enhanced recycling*)
 - Depolymeriseringsprosess som omdanner PET-emballasjen (polymeren) tilbake til original form (monomerer).⁸
 - Monomerene er lettere å rense, og kan repolymeriseres til høykvalitets 100% rPET-granulater for gjenbruk i ny mat- og drikkevareemballasje.
- Materialer som egnes til teknologien er PET-emballasje og polyester.

Kilder:

¹ MilanPolymerDays. (u.å.). *Recycling polymeric materials via an alkaline hydrolysis depolymerization process: gr3n approach*. Hentet 13.04.2023

² Gr3n utvikler teknologien og er eier av IP-en. Plast Nordic ønsker å bygge anlegg basert på deres teknologi.

^{3, 4, 5, 6} Mailkorrespondanse med Gr3n

⁷ CuRe Technology. (u.å.). *How it works*. Hentet 13.04.2023

⁸ CocaCola. (u.å.) *Coca-Cola announces invests in enhanced recycling as part of 'world without waste' vision*. Hentet 13.04.2023

Vedlegg 6: Nye forskningsprosjekter

Nye forskningsprosjekter for økt
resirkulering av emballasjeprodukter
fra PET til rPET

Holy grail¹

- Pionerprosjekt som undersøkte om merking av emballasje kan bidra til nøyaktig sortering og resirkulering av høy kvalitet
 - Hensikten er å forbedre utsorteringen av post-forbrukeremballasje gjennom kjemiske sporstoffer og digitale vannmerker
- Digital vannmerking hadde mest lovende teknologi, og ga opphav til **HolyGrail 2.0**² i 2020.
 - Prosjektet vurderer om en digital pionerteknologi for vannmerking kan forbedre utsorteringen og gjenvinningsgraden for emballasje i EU
- Prosjektet skal være i fasen hvor merkevareeiere og forhandlere som opererer i utvalgte testmarkeder lanserer produktene med digitale vannmerker i de utvalgte markedene (Danmark, Frankrike og Tyskland).
- **Fordeler:**
 - Bedre sortering kan bidra til å forbedre både kvalitet og kvantitet av resirkulert materiale på markedet
 - Automatisk gjenkjenning av produkter effektiviserer utsorteringsprosessen
- **Ulemper:**
 - Kostbart å implementere fordi det krever endring av etiketter, infrastruktur og kommunikasjon ut mot forbruker

ReCy Food Pack (Norner)³

- Utvikling av en kunnskapsplattform for bærekraftige og trygge matemballasjematerialer.
- Har til hensikt å demonstrere egnetheten til resirkulert plast for matkontaktemballasje.
- Innebærer å kartlegge hvordan matemballasje-systemer må designes, samles inn og sorteres for å øke resirkuleringsgraden og samtidig oppfylle krav til matsikkerhetsreguleringer
- Resultater har til hensikt å gi anbefalinger om krav til økt

gjenvinningsgrad av plastavfall i Norge og internasjonalt, spesielt for utnyttelse av norske plastavfallsstrømmer til matkontaktemballasje

Kilder:

¹ de Belder, G. (2019). HolyGrail: Tagging packaging for accurate sorting and high-quality recycling.

² Digital Watermarks. (u.å.). Pioneering Digital watermarks for smart packaging recycling in the EU – Digital Watermarks Initiative Holy Grail 2.0.

³ Norner. (u.å.) RecyFoodPack. Hentet 13.04.2023

Vedlegg 7: Regelverk tilknyttet matkontaktmaterialer

Den europeiske myndighet for næringsmiddeltrygghet (EFSA) og Mattilsynet har ansvar for at regelverk tilknyttet matkontaktmaterialer i hhv. Europa og Norge overholdes.

Deres rolle er bl.a. å kontrollere at ny teknologi overholder kravene til mattrygghet.

Oppfølging av regelverk

I henhold til EU-krav stilles det høye kvalitetskrav for PET-emballasje beregnet til å komme i kontakt med mat. Kravene varierer avhengig av emballasjeproduktene og deres anvendelsesområde. For at gjenvinningsteknologier skal godkjennes for produksjon av slikt plastmateriale, må disse sertifiseres av EFSA i henhold til en såkalt «challenge test».¹ Testen viser renseseffektiviteten til en gitt resirkuleringsteknologi, og har som formål å redusere mengden kjemiske forurensninger til en konsentrasjon som ikke utgjør risiko for menneskers helse.²

I september 2022 vedtok i tillegg EU-kommisjonen forordning (EU) 2022/1616 om gjenvunnede plastmaterialer og gjenstander for matkontakt. Forordningen gir et felles regelverk for hele EU/EØS som sikrer trygg bruk av materialgjenvunnet plast i matkontakt, og omfatter all materialgjenvunnet plast og materialgjenvinningsteknologi. Regelverket trådte i kraft 10. oktober 2022, og stiller krav til virksomheter om å registrere materialgjenvinningsinstallasjoner og ordninger hos EU. I tillegg skal relevante myndigheter varsles, som i Norge er Mattilsynet.

EFSA's rolle som kontrollorgan i Europa³

- Fastsette kriterier for sikkerhetsvurderinger av gjenvinningsprosesser og vurdere nye teknologier for gjenvinning av plast.
- Sikre at krav til produksjon av materialer samsvarer med EU-regelverk, inkludert god produksjonspraksis.
- Autorisere materialgjenvinningsprosessene basert på en uavhengig evaluering av EFSA. EU-kommisjonen

godkjenner hvorvidt prosessene evner å produsere trygg materialgjenvunnet plast.

- Inkluderer prosedyrer for å evaluere egnethet og sikkerhet i nye teknologier.
- Grunnlaget for gjenvinningsprosessene baseres på hva slags plastinnsats de er beregnet på, og prinsippene som benyttes for dekontaminering av plastinnsatsen.

Mattilsynets rolle som kontrollorgan i Norge

- Utvikler og forvalter eksisterende og nytt regelverk, deriblant tilknyttet matkontaktmaterialer.⁴
 - Fleste regelverk baseres på rettsakter som Norge er bundet av gjennom EØS-avtalen.
- Utviklere av nye teknologier (novel technologies) som var i bruk for å produsere materialgjenvunnede plastmaterialer og artikler før 10.oktober 2022, må varsle mattilsynet.⁵
 - Varslingen må inkludere nødvendig informasjon og en detaljert rapport om sikkerheten til den produserte platen før 10.april 2023.⁶

Kilder:

^{1,2} Shamsuyeva, M., & Endres, H. J.. *Plastics in the context of the circular economy and sustainable plastics recycling: Comprehensive review on research development, standardization and market.* (2021)

³ European Food Safety Authority (EFSA). *What does EFSA do?* Hentet 12.04.2023

⁴ Mattilsynet. (u.å.). *Om oss.* Hentet 12.04.2023

^{5,6} Mattilsynet. (31.01.2023). *Nytt regelverk for materialgjenvunnet plast.* Hentet 13.04.2023



Handelens
Miljøfond



Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited (“DTTL”), its global network of member firms, and their related entities (collectively, the “Deloitte organization”). DTTL (also referred to as “Deloitte Global”) and each of its member firms and related entities are legally separate and independent entities, which cannot obligate or bind each other in respect of third parties. DTTL and each DTTL member firm and related entity is liable only for its own acts and omissions, and not those of each other. DTTL does not provide services to clients. Please see www.deloitte.no to learn more.

Deloitte Norway conducts business through two legally separate and independent limited liability companies; Deloitte AS, providing audit, consulting, financial advisory and risk management services, and Deloitte Advokatfirma AS, providing tax and legal services.

Deloitte is a leading global provider of audit and assurance, consulting, financial advisory, risk advisory, tax and related services. Our global network of member firms and related entities in more than 150 countries and territories (collectively, the “Deloitte organization”) serves four out of five Fortune Global 500® companies. Learn how Deloitte’s approximately 345,000 people make an impact that matters at www.deloitte.no.

© 2023 Deloitte AS

Deloitte.