



Notat

Til Dansk Affaldsforening, Miljøstyrelsen

Vedr. Model til beregning af masse-, energi-, og kulstofstrømme ved håndtering af plastaffald

Fra Thomas Fruergaard Astrup, Josefine Hededam Sund

DTU Sustain har i samarbejde med Dansk Affaldsforening og Miljøstyrelsen udarbejdet en beregningsmodel til fastlæggelse af masse-, energi- og kulstofstrømme i relation til håndtering af plastaffald. Hensigten har været at skabe et ensartet grundlag for sammenligning af primære håndteringsveje for plastaffald ved a) forbrænding, b) mekanisk genanvendelse, og c) kemisk genanvendelse. Fokus har været på udvalgte plastfraktioner (PET, PE, PP, PS, og "andet"). Ud fra eksisterende og tilgængelige data for sortering og behandling af plastaffald er potentialerne for plastgenanvendelsen vurderet for de tre scenarier, med og uden kulstoffangst ved forbrænding. Det blev overordnet fundet, at potentialerne for mekanisk og kemisk genanvendelse er sammenlignelige. Kulstoffangst med henblik på plastfremstilling er en teoretisk som potentielt kan bidrage til yderligere genanvendelse. Samlet set har tilgængelige data for kemisk genanvendelse endnu en relativt ringe kvalitet og en entydig sammenligning med mekanisk genanvendelse er ikke mulig.

15. januar 2023
THAS

Projektets formål og afgrænsning

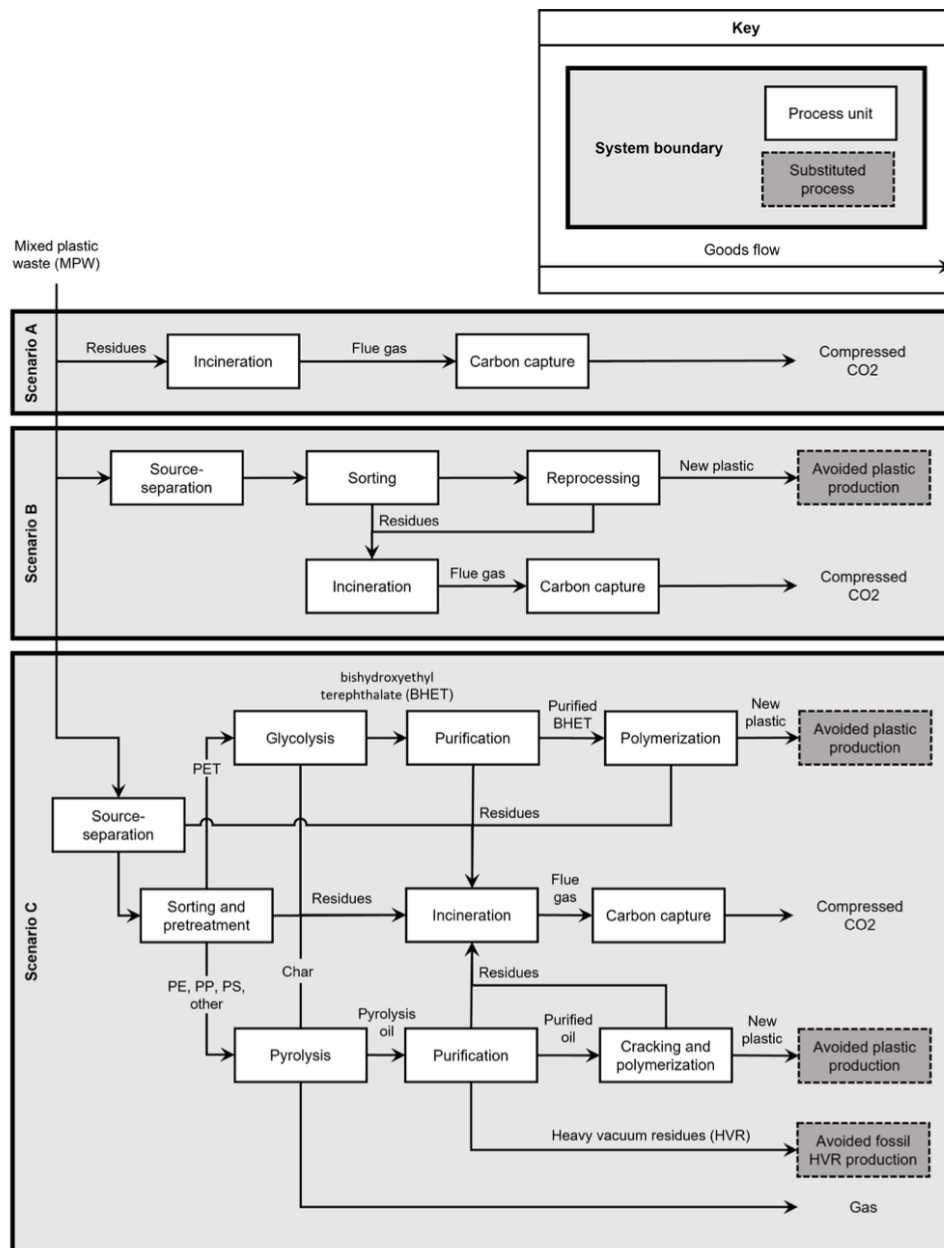
Projektet er gennemført i løbet af 2021-2022 hos DTU Sustain og har bestået i udarbejdelsen af en excel-beregningsmodel til sammenligning af håndteringsscenarier for plastaffald. Projektet er lavet i samarbejde af Dansk Affaldsforening og Miljøstyrelsen. Formålet har været at tilvejebringe et grundlag for systematisk sammenligning af forbrændings- og genanvendelsesløsninger for plastaffald i Danmark. Modellen er udarbejdet så data kan opdateres og justeres efter behov. Resultaterne gengivet i det følgende skal derfor ses som eksempler baseret på eksisterende og tilgængelige data. Beregningsmodel og baggrundsnotat, Sund et al. (2023), repræsenterer sammen med denne sammenfatning afleveringen i projektet.

Metode

Der er taget udgangspunkt i eksisterende data for sammensætning af plastaffald i Danmark (Eriksen et al., 2019) med fokus på PET, PE, PP, PS, and en blandet fraktion "andet". Beregningsmodellen tager udgangspunkt i massestrømsanalyse ("material flow analysis") for plastaffaldets vej fra generering over kildesortering og til endelig behandling. Baseret på indsamlede og estimerede data f.eks. for sorterings- og behandlingseffektiviteter er opstillet massebalancer for plastaffaldet, såvel som for indholdet af kulstof og energi i plastaffaldet. På basis af dette er beregnet genanvendelsesrater.

Scenarier

Modellen er opstillet for tre overordnede håndteringsveje for plastaffaldet: a) forbrænding, b) mekanisk genanvendelse, og c) kemisk genanvendelse. Figur 1 giver en oversigt over scenarier og systemgrænser.



Figur 1. Oversigt over scenarier medtaget i beregningsmodellen.

Tilgængelighed og kvalitet af data

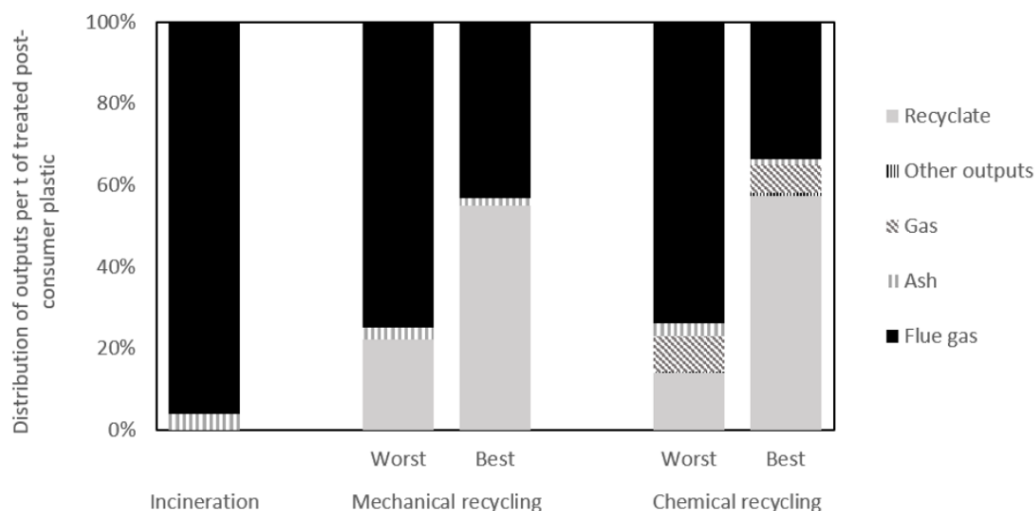
Modellen er etableret på basis af eksisterende data baseret på tilgængelige rapporter og forskningslitteratur (se baggrundsnotat). Hvor der er lavet relativt flere

undersøgelser af mekanisk plastgenanvendelse, er data for kemisk genanvendelse typisk af en anden karakter. Tilgængelige data er typisk baseret på laboratorieforsøg, estimater, eller meget overordnede. Datagrundlaget for de tre scenarier er derfor ikke ensartet eller kvalitetsmæssigt sammenligneligt. Tilsvarende er kulstof-fangst baseret på forbrænding af plast stadig en tidlig teknologi, hvorfor data også her er usikre. Resultaterne fra modellen bør derfor ses som indikationer, snarere end beregninger for konkrete løsninger. Anbefalingen vil være, at beregningerne opdateres i takt med fremkomsten af nye og bedre data.

Baseret på de tilgængelige data er to varianter af genanvendelsesscenarierne beregnet: en "worst" og en "best" case. De to cases illustrerer variationen i data, dog uden at de to varianter nødvendigvis repræsenterer konkrete løsninger. Om end disse dataintervaller viser et vist potentiale, er den konkrete implementering og drift af et anlæg med en konkret plastfraktion formentlig langt vigtigere for resultatet.

Resultater – massebalance

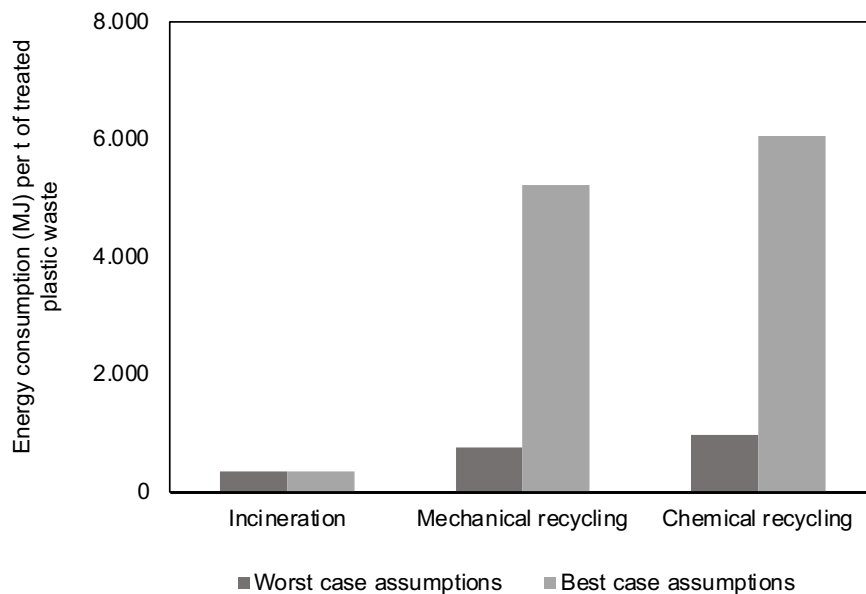
Resultaterne viser overordnet, at der næppe er meget væsentlige forskelle i potentialet for genanvendelse ved mekanisk og kemisk genanvendelse, se figur 2. Dog må det forventes, for den samme type plast, at de samlede tab er større ved kemisk genanvendelse fremfor mekanisk genanvendelse, da "processeringsvejen" til ny plast er "længere" ved kemisk genanvendelse. Ved forbrænding af plasten tabes som udgangspunkt muligheden for genanvendelse. Potentielt vil opsamling af den genererede CO₂ ved forbrænding igen kunne omdannes til kemiske byggesten og dermed udnyttes til plastfremstilling. Denne mulighed vurderes dog kun som teoretisk på nuværende tidspunkt.



Figur 2. Illustration af massebalancer ved scenarier, uden kulstoffangst

Resultater – energibalance

Øget håndtering og processering af plastaffaldet vil typisk medføre øget energibehov. Øget udsortering og processering for både mekanisk og kemisk genanvendelse medfører øget energiforbrug. For begge genanvendelsesscenarier kan energiforbruget potentielt være væsentligt større end ved forbrænding, se Figur 3.



Figur 3. Energiforbrug i hvert af de tre scenarier for "worst" og "best" cases i forhold til plastgenanvendelse.

Konklusion

Det er ikke muligt ud fra de tilgængelige data at give en klar konklusion om, hvorvidt den samlede genanvendelse vil være størst ved mekanisk eller kemisk genanvendelse. Afhængig af scenariet, plastens karakteristika og forudsætninger omkring data kan begge teknologier teoretisk være mest effektiv. I praksis vil driften af det konkrete anlæg og den konkrete affaldsstrøm være mere vigtig, end hvorvidt anlægget omfatter mekanisk eller kemisk genanvendelse.

Vurderingen er dog, at datakvaliteten er bedst for den mekaniske genanvendelse, da langt færre undersøgelser har tilvejebragt data for kemisk genanvendelse. Der findes i dag ganske enkelt ikke tilstrækkelige med fuldskala data for kemisk genanvendelse til at vurdere den reelle effektivitet på plastaffald som helhed.

Modellen giver mulighed for beregning og sammenligning af konkrete anlægsscenarier, hvis de nødvendige data haves.



Referencer

Eriksen, M.K., Damgaard, A., Boldrin, A., & Astrup, T.F. (2019). Quality Assessment and Circularity Potential of Recovery Systems for Household Plastic Waste. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1):156–168.

Sund, J.H., Lodato, C., Eriksen, M.K., & Astrup, T.F. (2023). A comparison of the mass, carbon and energy balance of three plastic waste treatment pathways. Rapport og model for Dansk Affaldsforening og Miljøstyrelsen. DTU Sustain.