

Memo

SUSTAINABLE INNOVATION

Til: Infinitum v/Kjell Olav Maldum

Fra: Østfoldforskning v/ Hanne Lerche Raadal, Ole M. K. Iversen og Ingunn Saur Modahl

Date: 10. november 2016 (Ver 1.0)

AR 07.16 Ver 1.0: Notat tilleggsanalyser til OR 14.16 Ver. 1.0 (LCA of beverage container production, collection and treatment systems)

Østfoldforskning har, på oppdrag for Infinitum AS, gjennomført følgende tilleggsanalyser til studien «LCA of beverage container production, collection and treatment systems» (Raadal et al., 2016):

1. Beregning av sparte CO₂-utslipp når energien fra forbrenning av PET-flasker benyttes til varmeproduksjon som erstatning for andre energibærere.
2. Nytt scenario med 100% v-PET og 0% r-PET i «Optimised scenarios for Infinitum's system for PET bottles».

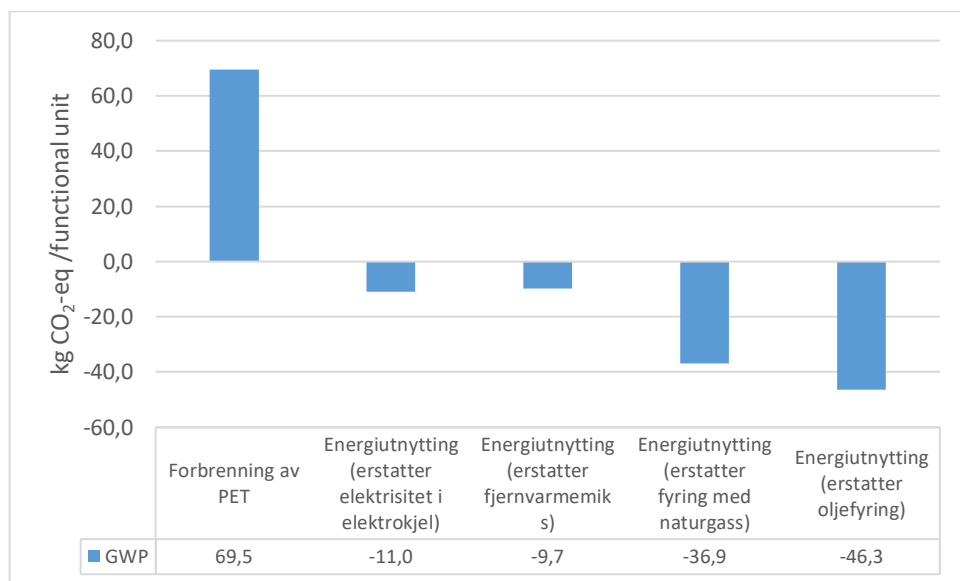
Resultatene og beskrivelse av hvilke forutsetninger som inngår i analysene er presentert i det følgende. Funksjonell enhet er, tilsvarende som i OR 14.16, produksjon, innsamling og behandling av PET-flasker benyttet til distribusjon av 1000 liter drikkevare (tilsvarende 36 kg PET).

1. Erstattet energi

Det er gjennomført en analyse for å få frem sparte CO₂-utslipp når energien fra forbrenning av PET-flaskene benyttes til varmeproduksjon som erstatning for andre energibærere. Det forutsettes at forbrenningen foregår i et kommunalt forbrenningsanlegg med en virkningsgrad på 85% og med en leveringsgrad på 75%. Faktisk erstattet energibærer vil avhenge av lokale forhold, avhengig av hvem som utnytter energien og hva den blir brukt til. Dette vil derfor variere mellom de ulike forbrenningsanleggene. Det er derfor i analysen gjennomført beregninger der det antas at energien fra PET-flaskene erstatter varmeenergi fra følgende 4 ulike energibærere: elektrisitet (brukt i elektrokjel), norsk fjernvarmemiks, naturgass (kjelfyring) og olje (kjelfyring).

Klimagassutslipp

Figur 1 viser klimagassutslipp fra forbrenning av PET-flaskene i et kommunalt forbrenningsanlegg (Incineration scenario i Raadal et al. (2016)), sammenlignet med sparte utslipp dersom energien (ved 75% leveringsgrad) erstatter energibærere til varmeproduksjon ved bruk av henholdsvis elektrisitet (nordisk elmiks i elektrokjel), fjernvarme, naturgass (kjelfyring) og olje (kjelfyring).

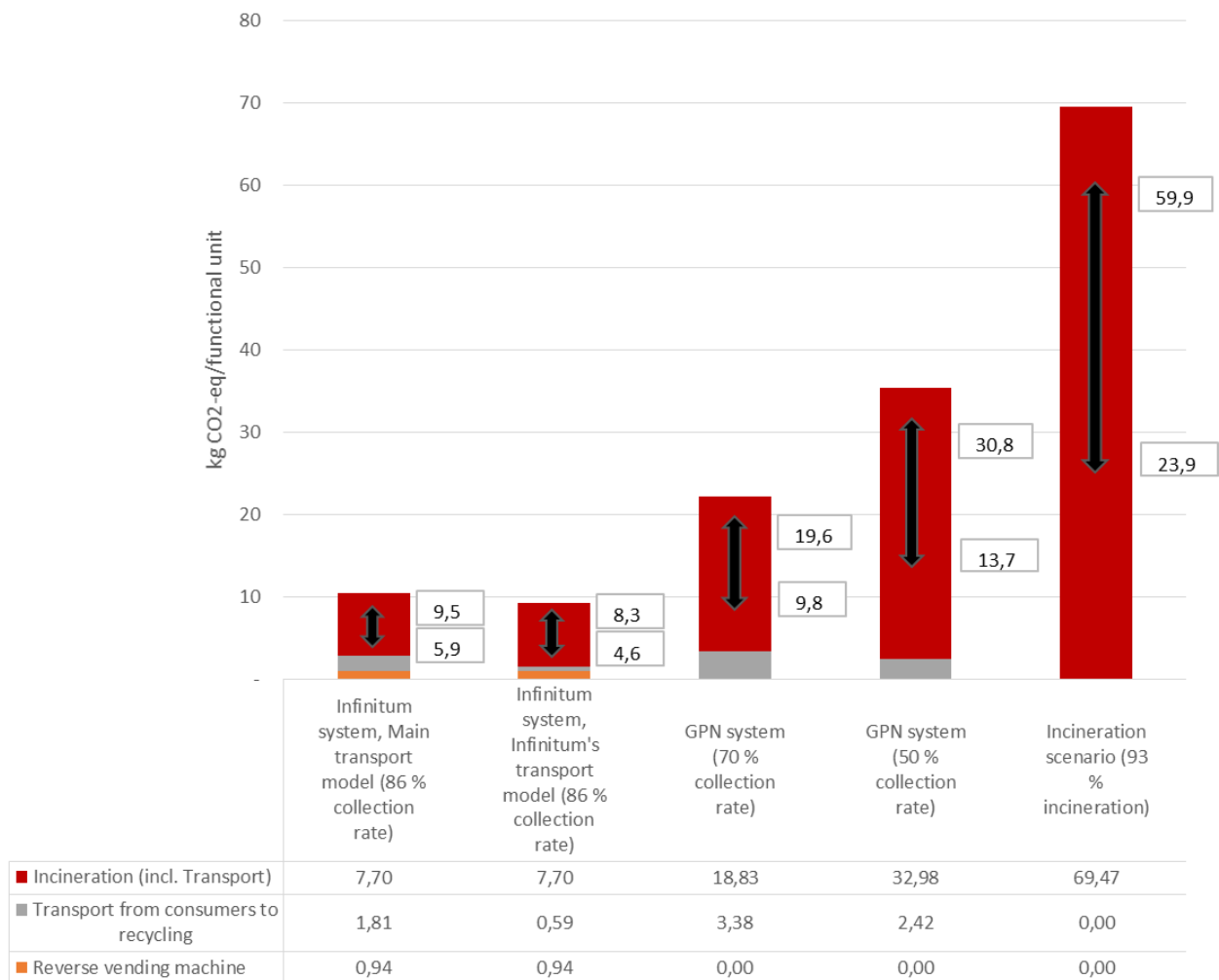


Figur 1: Klimagassutslipp fra forbrenning av PET-flasker sammenlignet med sparte utslipp dersom energien erstatter ulike energibærere til varmeproduksjon (per funksjonell enhet).

Fra Figur 1 sees at forbrenningsutslippene fra PET er høyere enn de sparte utslippene fra de alternative energibærerne som forutsettes erstattet. Netto utslipp fra energiutnyttelse av PET-flasker beregnes ved å trekke sparte utslipp fra de faktiske utslippene fra forbrenningen av PET-flaskene. Avhengig av hvilke energibærere som forutsettes erstattet, vil netto utslipp variere mellom 23,2 kg CO₂-eq (dersom oljefyring erstattes) til 59,9 kg CO₂-eq (dersom fjernvarme erstattes) per funksjonell enhet. Dette viser at forbrenning av PET gir høye CO₂-utslipp (som følge av at det er et fossilt materiale), og at det derfor gir størst klimaeffekt å erstatte fossile energibærere ved utnyttelse av energien.

Netto klimagassutslipp

Tilsvarende beregninger er gjort for de to andre systemene som er presentert i kapittel 3.1 i Raadal et al (2016). Resultatene for dette er vist i Figur 2 under. Figur 3.2 fra ovennevnte rapport er benyttet som grunnlag for presentasjonen, der netto klimagassutslipp ved henholdsvis erstatning av olje og fjernvarme er presentert som ytterpunkter (ved svarte piler) dersom sparte utslipp fra erstatning av energibærere inkluderes i systemgrensene.



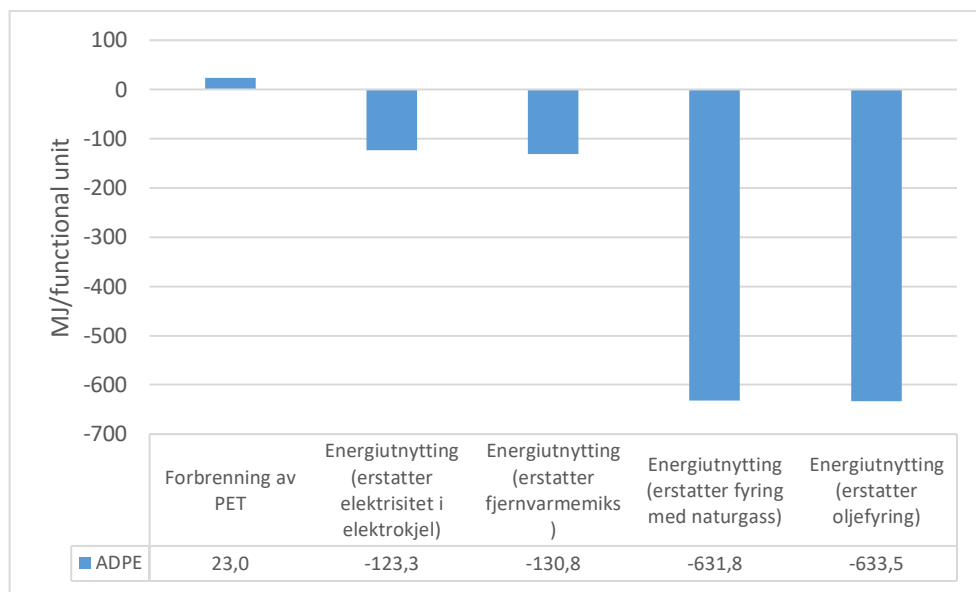
Figur 2: Klimagassutslipp for de 3 analyserte systemene med innlagte ytterpunkter for netto klimagassutslipp dersom sparte utslipp fra erstattet energi (olje og fjernvarme) ved energiutnyttelse av PET inkluderes i systemgrensene (per funksjonell enhet). Basert på Figur 3.2 i Raadal et al. (2016).

Figuren viser at det er stor forskjell på netto klimagassutslipp avhengig av hvilken energibærer som forutsettes erstattet. Dersom energiutnyttelsen av den andel PET som havner i restavfallet forutsettes å erstatte oljebasert varmeproduksjon, vil netto klimagassutslipp bli henholdsvis 5,9 kg CO₂-eq, 4,6 kg CO₂-eq, 9,8 kg CO₂-eq, 13,7 kg CO₂-eq og 23,9 kg CO₂-eq for de respektive systemene per funksjonell enhet. Bli fjernvarme derimot forutsatt erstattet, vil netto klimagassutslipp for de samme systemene være 9,5 kg CO₂-eq, 8,3 kg CO₂-eq, 19,6 kg CO₂-eq, 30,8 kg CO₂-eq og 59,9 kg CO₂-eq per funksjonell enhet. Erstatning av varmeproduksjon basert på olje gir klart større reduksjon i netto klimagassutslipp enn fjernvarme som følge av at olje er en 100% fossil energikilde.

Det er viktig å presisere at disse resultatene ikke representerer en fullverdig LCA da systemene ikke er likeverdig behandlet – da skulle også sparte utslipp fra erstattet PET-produksjon tilsvarende den andel PET som blir materialgjenvunnet vært inkludert. Tilleggsanalysen er gjennomført for å få frem sparte CO₂-utslipp når energien fra forbrenning av PET-flasker benyttes til varmeproduksjon som erstatning for andre energibærere – og hva dette utgjør i forhold til det analyserte systemet.

ADP (utarming av fossile energiresurser)

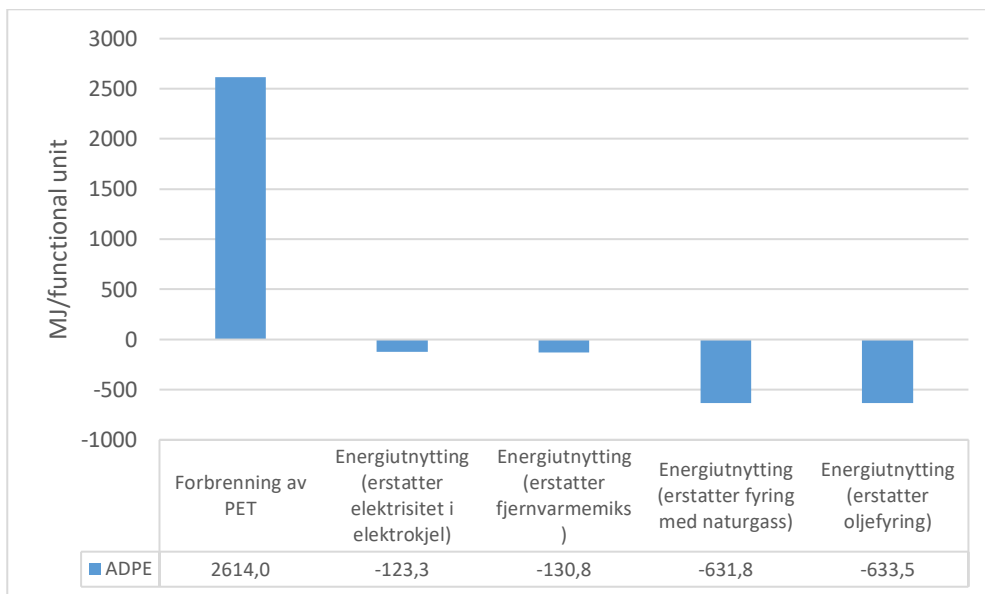
Figur 3 viser utarming av fossile energiresurser (Abiotic Depletion Potential, fossil fuels = ADP (fossil)) fra forbrenning av PET-flaskene i et kommunalt forbrenningsanlegg (Incineration scenario i Raadal et al. (2016)), sammenlignet med spart ADP dersom energien (ved 75% leveringsgrad) erstatter energibærere til varmeproduksjon ved bruk av henholdsvis elektrisitet (nordisk elmiks i elektrokjel), fjernvarme, naturgass (kjelfyring) og olje (kjelfyring).



Figur 3: Utarming av fossile energiresurser (ADP) ved forbrenning av PET-flasker sammenlignet med sparte utslipp dersom energien erstatter ulike energibærere til varmeproduksjon (per funksjonell enhet).

Figur 3 viser at utarming av fossile energiresurser er lavere ved forbrenning av PET enn de sparte utslippene fra bruk av de alternative energibærerne som forutsettes erstattet. Det betyr at netto ADP vil bli negativt som følge av de store sparte verdiene. Det presiseres at miljøkategoriseringsfaktoren ADP (utarming av fossile energiresurser) ikke nødvendigvis er tilpasset systemer for avfallsbehandling, der man spesifikt analyserer hvordan bruk av materialer som allerede har oppfylt sin hovedfunksjon skal utnyttes. Dette fordi bidraget til ADP (fossil) hovedsakelig oppstår ved produksjon av materialer/energiprodukter, altså når de fossile energiresursene «hentes ut fra jorden». Det betyr at hovedbidraget til ADP for forbrenning av brukte PET-flasker tillegges produksjon av PET-flaskene (som er utenfor systemgrensene i analyser for avfallsbehandling), og det at flaskene faktisk brennes og energiresursen således «brukes opp», kommer derfor ikke med i resultatene som vises i Figur 3.

Dette er derimot vist i Figur 4, der systemgrensene for forbrenningsscenarioet er utvidet til å også omfatte produksjon av PET-flaskene.



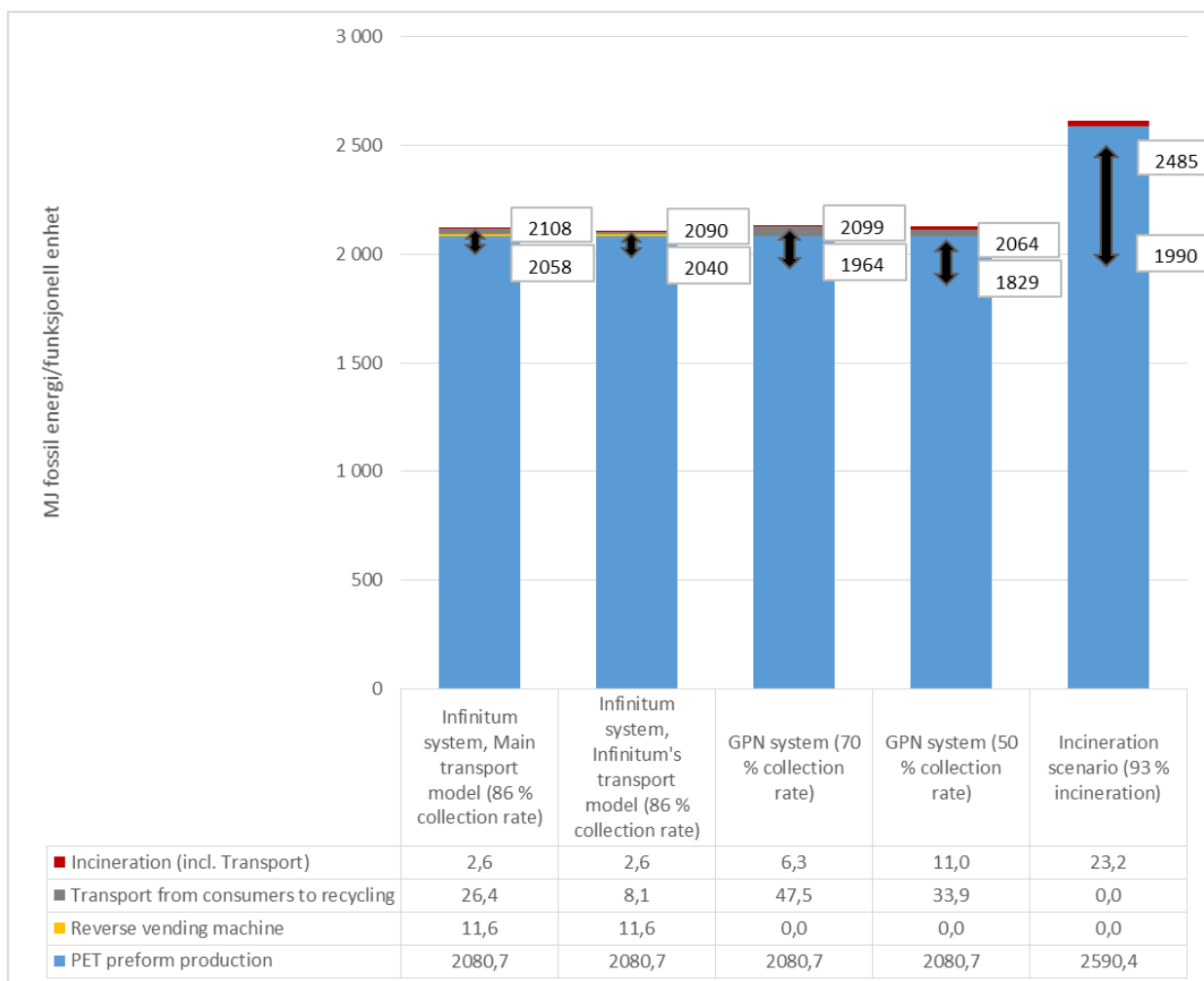
Figur 4: Utarming av fossile energiresurser (ADP) ved produksjon og forbrenning av PET-flasker sammenlignet med sparte utslipp dersom energien erstatter ulike energibærere til varmeproduksjon (per funksjonell enhet).

Figur 4 viser at dersom produksjon av PET-flaskene inkluderes i systemgrensene, vil ADP for forbrenningsscenarioet bli klart høyere enn spart ADP fra de alternative energibærerne som forutsettes erstattet.

Netto ADP

På samme måte som for klimagassutslipp, er tilsvarende beregninger det gjort for de to andre systemene i kapittel 3.1 i Raadal et al (2016). Resultatene er presentert i Figur 5 under. Figur 3.3 fra ovennevnte rapport er benyttet som grunnlag for presentasjonen, der netto ADP ved henholdsvis erstatning av olje og fjernvarme er presentert som ytterpunkter (ved svarte piler) dersom spart ADP fra erstatning av energibærere inkluderes i systemgrensene.

Som beskrevet over, oppstår bidraget til ADP hovedsakelig ved produksjon av materialer/energiprodukter, altså når de fossile energiresursene «hentes ut fra jorden», noe som gjør at hovedbidraget til ADP for forbrenning av brukte PET-flasker tillegges produksjon av PET-flaskene. På samme måte som i Figur 4 over, er derfor resultatene for netto ADP i Figur 5 vist for systemet som inkluderer produksjon av PET-flasker (Figur 3.3 i Raadal et al. (2016)).



Figur 5: Utarming av fossile energiresurser (ADP) for de 3 analyserte systemene med innlagte ytterpunkter for netto ADP dersom spart ADP fra erstattet energi (olje og fjernvarme) ved energiutnyttelse av PET inkluderes i systemgrensene (per funksjonell enhet). Basert på Figur 3.3 i Raadal et al. (2016).

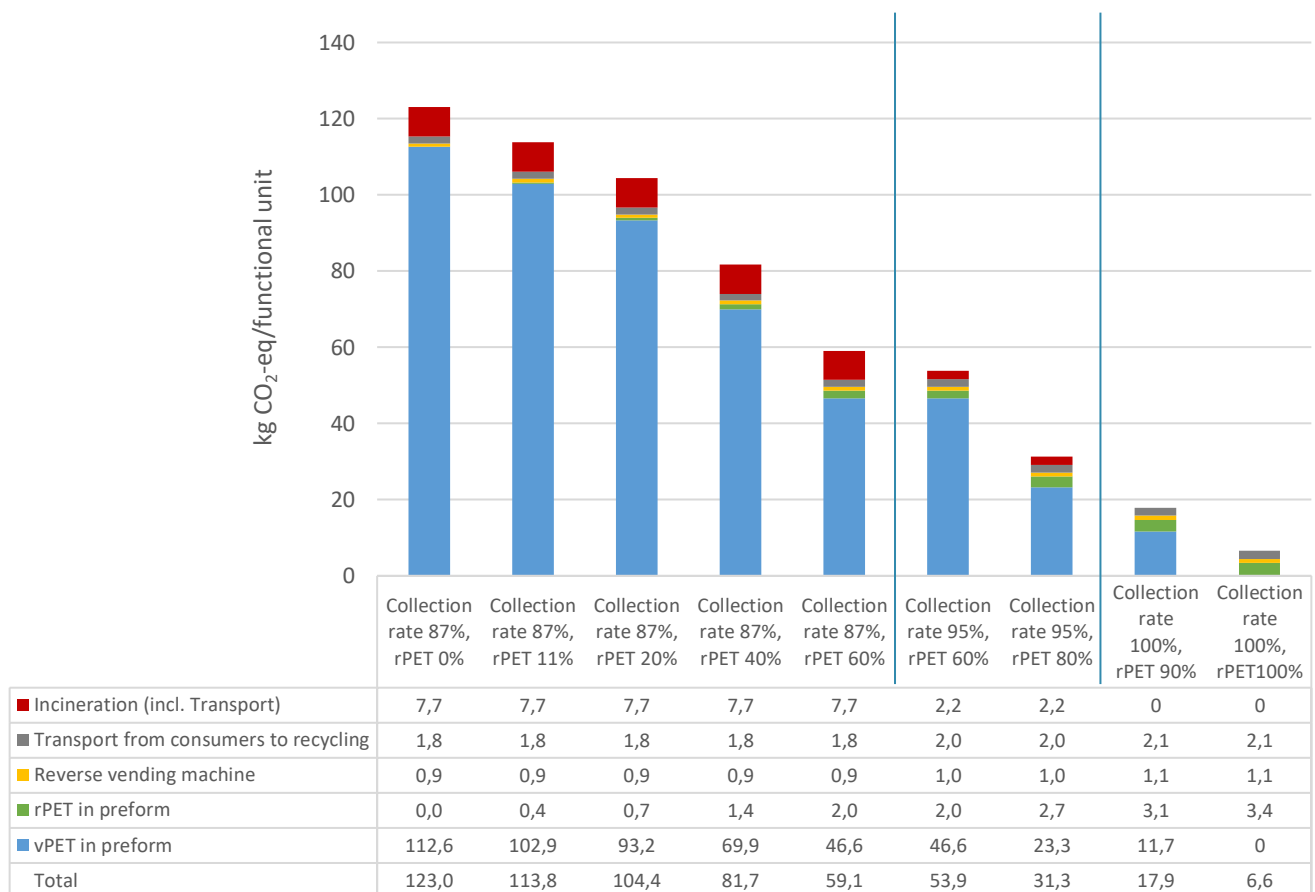
Figuren viser at netto ADP også avhenger av hvilken energibærer som forutsettes erstattet. Dersom energiutnyttelsen av den andel PET som havner i restavfallet forutsettes å erstatte oljebasert varmeproduksjon, vil netto ADP bli henholdsvis 2058 MJ, 2040 MJ, 1964 MJ, 1829 MJ og 1990 MJ for de respektive systemene per funksjonell enhet. Bli fjernvarme derimot forutsatt erstattet, vil netto ADP for de samme systemene være 2108 MJ, 2090 MJ, 2099 MJ, 2065 MJ og 2485 MJ per funksjonell enhet. Erstatning av varmeproduksjon basert på olje gir klart større reduksjon i netto ADP enn fjernvarme, som følge av at olje er en 100% fossil energikilde.

På samme måte som for klimagassutslipp, er det viktig å presisere at disse resultatene ikke representerer en fullverdig LCA da systemene ikke er likeverdig behandlet – da skulle også sparte utslipp fra erstattet PET-produksjon tilsvarende den andel PET som blir materialgjenvunnet vært inkludert. Denne tilleggssanalysen er gjennomført for å få frem spart ADP når energien fra forbrenning av PET-flasker benyttes til varmeproduksjon som erstatning for andre energibærere – for å se hva dette utgjør i forhold til det analyserte systemet.

2. Nytt scenario med 100% v-PET og 0% r-PET i «Optimised scenarios for Infitum's system for PET bottles»

Som et tillegg til rapportens (Raadal et al., 2016) kapittel 3.2 (Optimised scenarios for Infitum's system for PET bottles), er det analysert et scenario som representerer et system der PET-flaskene er produsert av 100% jomfruelig PET. Figur 2 viser klimagassutslipp som kg CO₂-eq per funksjonell enhet for dette scenariet, sammenlignet med de eksisterende scenarioene i rapporten. Resultatene i figuren er presentert etter økende innsamlingsgrad og andel rPET, og det nye scenariet (med 0% rPET) er derfor vist helt til venstre i figuren. De benyttede verdiene for innsamlings, forsøplings og forbrenningsandeler er beskrevet i kapittel 2.4 i rapporten (Raadal et al., 2016).

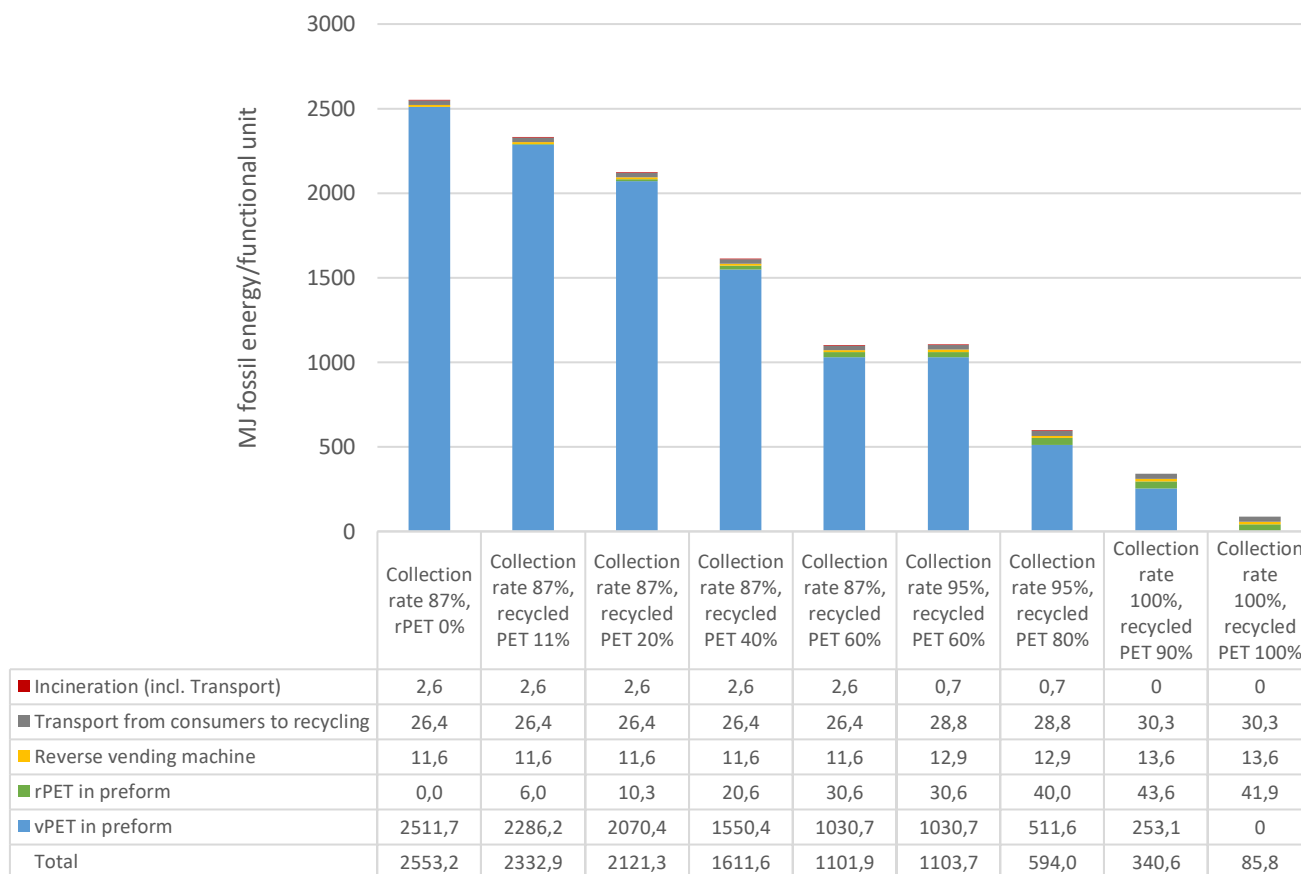
Figur 6 viser klimagassutslipp for de analyserte scenariene.



Figur 6: Klimagassutslipp per funksjonell enhet (produksjon, innsamling og behandling av PET flasker benyttet til distribusjon av 1000 liter drikkevarer) for optimaliserte scenarier for Infitums system for PET- flasker.

Figur 6 viser at det nye scenariet med 100% jomfruelig PET i flaskene kommer dårligst ut med høyest klimagassutslipp, ca 10 kg CO₂-eq høyere per funksjonell enhet (tilsvarer 8% økning) enn scenariet med 11% resirkulert PET. Årsaken til dette er at jomfruelig PET-produksjon medfører vesentlig høyere utslipp enn produksjon av resirkulert PET.

Figur 7 viser utarming av fossile energiresurser (ADP) som MJ energi per funksjonell enhet for de analyserte scenariene.



Figur 7: Utarming av fossile energiresurser (ADP) per funksjonell enhet (produksjon, innsamling og behandling av PET flasker benyttet til distribusjon av 1000 liter drikkevarer) for optimaliserte scenarier for Infiniums system for PET-flasker.

Tilsvarende som resultatene for klimagassutslipp (Figur 6), viser Figur 7 at det nye scenariet med 100% jomfruelig PET i flaskene også kommer dårligst ut for ADP. Økningen er på 220 MJ per funksjonell enhet (tilsvarer 9% økning) sammenlignet med scenariet med 11% resirkulert PET. Årsaken til dette er at jomfruelig PET-produksjon medfører høyere uttak og bruk av fossile energiresurser sammenlignet med produksjon av resirkulert PET.