

Miljøvurdering av ølservering på festivaler



FORFATTERE

KARI-ANNE LYNG

IRMELINE DE SADELEER

RAPPORTNUMMER

OR 18.21

ÅRSTALL

2021

ISBN NR.
978-82-7520-862-8

ISSN NR.
2703-8610

RAPPORTTYPE
Oppdragsrapport

TILGJENGELIGHET
Åpen



PROSJEKTNUMMER

2077

PROSJEKTNAVN

Miljøvurdering av ølglass på festivaler

OPPDRAKSGIVER

Øyafestivalen

REFERANSE

Handelens Miljøfond ID 2-196

KVALITETSSIKRER

HANNE LERCHE RAADAL

ANTALL SIDER

43

EMNEORD

LCA, ølglass, plast, gjenbruk, gjenvinning

BILDE FORSIDE

iStock

Sammendrag

Denne rapporten beskriver resultatene av en miljøvurdering av ølservering med bruk av ulike typer ølglass på festivaler. Prosjektet er gjennomført av NORSUS på oppdrag fra Øyafestivalen. Prosjektet er finansiert av Handelens Miljøfond.

Hovedmålet med prosjektet har vært å bidra til økt kunnskap om miljøpåvirkningen til ulike løsninger for drikkeservering, og dermed bidra til redusert potensiell klimapåvirkning og redusert plastforsøpling ved festivaler og arrangementer.

De fire alternativene som har blitt analysert er:

- 1a Gjenvinnbare engangsglass av polypropylen (PP)
- 1b Gjenvinnbare engangsglass av polyethylentereftalat (PET)
- 2 Komposterbare engangsglass av polylaktat (PLA)
- 3 Gjenbruksglass av PP

De to miljøpåvirkningskategoriene som er vurdert er *potensiell klimapåvirkning* og *risiko for forsøpling*. Risiko for forsøpling er vurdert ved hjelp av massebalanse og en kvalitativ vurdering, mens potensiell klimapåvirkning er vurdert ved hjelp av livsløpsanalyser (life cycle assessment - LCA). Den funksjonelle enheten i analysen er definert som servering av 1000 halvliters med øl. I livsløpsanalysene er det benyttet to ulike metoder for modellering av gjenvinning: cut-off og systemutvidelse. Begge metodene er definert som gyldige måter å modellere gjenvinning på, og har ulik fremgangsmåte for å fordele byrder og gevinster knyttet til resirkulering mellom første og andre produktsystem. Ved bruk av cut-off favoriseres bruk av resirkulert materiale i produktet som analyseres, mens bruk av systemutvidelse favoriserer gjenvinning av produktet etter bruk. Det finnes også andre modelleringsmåter for gjenvinning, slik som Europakommisjonens Circular Footprint Formula (CFF) i Product Environmental Footprint (PEF)-systemet. De to valgte modelleringsmåtene i denne rapporten representerer to ytterpunkter og bruk av disse bidrar derfor til å teste robustheten til resultatene.

Analysene er gjennomført for to ulike kategorier av festivaler: festivaler med innsamlingssystem og festivaler med innsamlingssystem med ekstra oppsamling. Ekstra oppsamling er frivillige som plukker søppel og kildesorterer avfallet og dermed bidrar til å redusere svinn. Returgrader og svinn i analysen er basert på erfaringstall fra Øyafestivalen med de gitte pante- og gebyrsatser som har vært brukt frem til nå. Det er ikke vurdert hvordan en eventuell endring i pante- eller gebyrsatser vil påvirke resultatene.

Resultatene av analysene viser at følgende tre faktorer er viktige for klimapåvirkning fra ølglassene:

- Hvor mye ny plast må produseres per servering?
- Hvor mye plast sendes til forbrenning?
- Hvor mye gjenvinnes og kan erstatte jomfruelig råvareuttak?

Med andre ord har returgrad og svinn stor påvirkning på resultatene. Disse to faktorene har også betydning for risiko for forsøpling for de ulike alternativene. De kvalitative vurderingene viser at valg av innsamlingssystem på festivalen kan antas å ha større betydning på risikoen for forsøpling enn valg av ølglassalternativ. På bakgrunn av dette anbefales det at festivaler som ønsker å redusere sin miljøbelastning etablerer gode systemer for innsamling av ølglass og kvantifiserer svinn og returgrad, uavhengig av hvilken ølglassløsning de velger. Bransjen som helhet oppfordres til å kvantifisere og følge utviklingen av svinn og

returgrad over tid, og å sørge for erfaringsutveksling angående hvilke tiltak som er mest effektive for å redusere svinn.

Festivaler som i dag har et engangssystem kan oppnå en betydelig klimagevinst ved å innføre et innsamlingsystem og sende glassene til materialgjenvinning, for eksempel gjennom en panteordning.

For festivaler med ekstra oppsamling er svinnprosenten betydelig lavere enn for de som ikke har det. Dette viser at innsatsen til frivillige har en betydelig miljønytte.

For **festivaler med ekstra oppsamling** gir gjenbruksglass av PP og engangsglass av PET med minimum 80% resirkulert materiale best resultat.

For **festivaler uten ekstra oppsamling** gir engangsglass av PP og engangsglass av PET med minimum 50% resirkulert materiale best resultat.

Høy innsamlings- og oppsamlingsgrad er enda viktigere for klimapåvirkningen for gjenbruksglass, som er tykkere og dermed består av mer plast, enn for engangsglass. Sensitivitetsanalysene viste at svinn for gjenbruksløsningen må være under 15% for at den skal være bedre enn engangsglass PP med gjenvinningssystem. Årsaken til dette er at samme svinnprosent av ølglass i de to systemene gir større tap av plast for gjenbruksglass, noe som medfører både høyere forbrenningsutslipp og behov for mer plast inn i systemet sammenlignet med engangsglass.

Formålet med denne rapporten har vært å belyse miljøperspektivet knyttet til løsninger for drikkeservering på festivaler. Når det skal tas en beslutning om hvilken ølglassløsning som skal velges, vil det være nødvendig å se resultatene i sammenheng med andre aspekter, slik som økonomi og praktiske forhold.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	iii
1 Innledning.....	1
2 Metodikk	1
2.1 Hensikt og omfang med studien.....	2
2.2 Modelleringsmåter for materialgjenvinning og gjenbruk	2
2.2.1 Cut-off/Recycled content	3
2.2.2 Systemutvidelse (EoL substitution)	3
2.2.3 Oppsummering av systemgrenser for modelleringsmåtene.....	4
2.3 Datainnsamling.....	5
2.4 Vurdering av miljøpåvirkning	6
2.4.1 Potensiell klimapåvirkning.....	6
2.4.2 Vurdering av forsøplingspotensial.....	6
3 Systemer for håndtering av ølglass	7
3.1 Systemer på ulike festivaler.....	7
3.2 Returgrad og svinn.....	7
3.3 Forskjeller i pante- og gebyrordning for gjenbruks og gjenvinningssystem.....	9
3.4 Modellering av gjenbrukssystem.....	10
4 Beskrivelse av ølglassalternativene som er analysert.....	12
4.1 Gjenvinnbart engangsglass av PP	12
4.2 Gjenvinnbart engangsglass av PET	13
4.3 Komposterbart engangsglass av PLA.....	14
4.4 Gjenbruksglass av PP	15
4.5 Oppsummering av forutsetninger	17
5 Resultater for Øyafestivalen (festivaler med oppsamling)	19
5.1 Massestrøm og forsøplingspotensial.....	19
5.2 Klimagassutslipp	20
5.2.1 Cut-off/recycled content	21
5.2.2 Systemutvidelse/EoL-modellering.....	21
5.2.3 Sensitivitetsanalyser	23
6 Resultater for festivaler uten oppsamling.....	30
6.1 Massestrøm og forsøplingspotensial.....	30
6.2 Klimagassutslipp	32
6.2.1 Cut-off/recycled content	32
6.2.2 Systemutvidelse/EoL-modellering.....	32
6.2.3 Sensitivitetsanalyser	34
7 Litteraturgjennomgang	40

8	Konklusjon og anbefalinger	41
9	Referanser	43

1 Innledning

Øyafestivalen er en av landets største musikkfestivaler, med 300 konserter innen et bredt spekter sjangre og med over 100.000 besøkende i løpet av fem dager i august, i Tøyenparken i Oslo. Festivalen har som mål å være en av verdens mest miljøvennlige festivaler. Dette setter sitt preg på alt fra avfallshåndtering, mat, innkjøp, transport og energibruk, til trykksaker, plakater og dopapir.

Servering av drikke på festivaler og arrangementer har tradisjonelt i stor grad vært gjort ved bruk av engangsprodukter av plast. Det årlige behovet til store utendørsarrangementer i Oslo har blitt estimert til rundt 7 millioner enheter. Dette fører både til betydelig ressursbruk og potensielt til forsøpling hvis ikke arrangementsdeltakerne avhender produktene på riktig måte. Det er derfor nødvendig med gode systemer som sørger for god resurseffektivitet og reduserer risiko for plastforsøpling.

Målet med denne rapporten er å vurdere miljøpåvirkningene potensiell klimapåvirkning og risiko for forsøpling for ulike alternativer for ølservering. I denne rapporten er det valgt å bruke begrepet «ølglass» for drikkebeholder for øl, uavhengig av hvilket materiale det er laget av (f.eks ulike plasttyper), eller om det er et engangs- eller gjenbruksprodukt. Fire alternativer har blitt analysert:

- 1a. Gjenvinnbare engangsglass av polypropylen (PP)
- 1b. Gjenvinnbare engangsglass av polyetylentereftalat (PET)
- 2 Komposterbare engangsglass av polylaktat (PLA)
- 3 Gjenbruksglass av polypropylen (PP)

Prosjektet har vurdert potensiell klimapåvirkning og risiko for forsøpling for hver av alternativene. Analysene baserer seg på Øyafestivalens erfaringer med bruk av engangsglass laget både av fossil og nedbrytbar plast og gjenbruksglass. Studien er gjennomført av NORSUS på oppdrag for Øyafestivalen. Prosjektet er finansiert av Handelens Miljøfond.

Prosjektet har vært gjennomført med involvering av berørte parter. Det har vært arrangert innspillmøter i to omganger i løpet av prosjektperioden: en der forutsetningene i beregningene ble gjennomgått, og en der resultatene ble presentert. Øyafestivalen, ReneGlass og Ringnes har bidratt med informasjon og datagrunnlag knyttet til hver sine systemer og har gitt verdifulle innspill underveis.

Kapittel 2 beskriver metodikken som er benyttet i miljøvurderingene. Kapittel 3 definerer ulike systemer for håndtering av ølglass på festivaler, mens kapittel 4 presenterer hver av ølglassalternativene og datagrunnlaget og forutsetninger i analysene.

2 Metodikk

Vurdering av potensiell klimapåvirkning fra hvert ølglassalternativ er gjort ved hjelp av livsløpsvurdering. Livsløpsvurdering (life cycle assessment – LCA) er en velkjent metode for å dokumentere produkter og tjenesters miljøbelastning gjennom hele livsløpet, fra råvareuttak, produksjon, bruk og avfallshåndtering. Metoden er standardisert gjennom ISO-systemet (ISO, 2006a, ISO, 2006c).

Et LCA-prosjekt kan deles opp i følgende fire trinn: definering av hensikt og omfang, datainnsamling, vurdering av miljøpåvirkning og tolkning av resultater. De tre første trinnene beskrives nedenfor, mens tolkning av resultatene er presentert i kapittel 4.

2.1 Hensikt og omfang med studien

En livsløpsvurdering av et produkt skal alltid gjennomføres i lys av hva som er hensikten med studien, og målet skal defineres før analysen kan gjennomføres.

Målet med dette prosjektet er å vurdere miljøpåvirkningen til de fire ulike ølglassalternativene. Resultatet av analysene skal danne grunnlag for beslutninger knyttet til løsninger på Øyafestivalen 2021 og skal også kunne bidra til at andre festivaler og arrangementer kan ta en kunnskapsbasert beslutning.

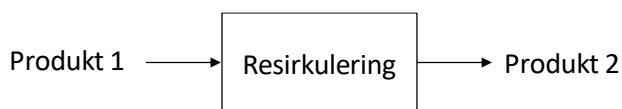
Den funksjonelle enheten i en livsløpsvurdering er en kvantifisert enhet som beskriver funksjonen som produktet eller tjenesten yter til brukeren. Den funksjonelle enheten i denne studien er definert som:

1000 serveringer av 0,5 liter øl

Det er ikke gjort analyser av andre størrelser av ølglass eller av vinglass. Det kan likevel antas at små endringer i materialmengder vil gi liknende konklusjoner, og at resultatene vil være overførbare til annen type drikke og større eller mindre porsjoner.

2.2 Modelleringsmåter for materialgjenvinning og gjenbruk

Når et material gjenvinnes, går materialstrømmen fra ett produksystem og over til et nytt produksystem, som vist i Figur 2-1.



Figur 2-1 Resirkulering er en felles prosess mellom første og andre produksystem

Materialgjenvinningsprosessen utgjør dermed en felles prosess for det første og det andre produksystemet. Diskusjonen om hvordan slike felles prosesser skal modelleres i LCA har pågått siden 90-tallet: Det finnes flere ulike metoder for dette, men et felles konsensus om riktig metode er ennå ikke oppnådd (Bergsma and Sevenster, 2013), (Allacker et al., 2017), (Ekvall et al., 2020).

Utfordringen med denne type fellesprosesser er om dette skal modelleres på individuelt produktnivå eller på et overordnet systemnivå med kaskader av produkter. På et produktnivå vurderes alle prosesser relatert til det spesifikke produktet, mens et systemnivå tar for seg produkter som henger sammen gjennom resirkuleringsprosesser. Det betyr at man må prioritere mellom disse nivåene. Korrekt modellering av fysiske strømmer på et produktnivå medfører dobbelttelling på et systemnivå (Allacker et al., 2014). Dette kan illustreres ved et produkt som består av 100% resirkulert materiale (recycled content = 100) som blir 100% gjenvunnet. For å beregne strømmene fysisk korrekt, skal en resirkuleringsprosess inkluderes i starten av produktets livsløp og en resirkuleringsprosess nummer to skal inkluderes når produktets livsløp er slutt. Dette resulterer i totalt to resirkuleringsprosesser på produktnivå. Men på et systemnivå medfører dette dobbelttelling fordi resirkuleringsprosessen i starten av produktets livsløp, som inngår som en

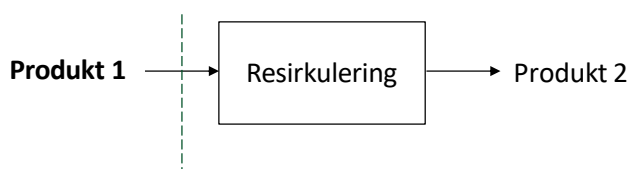
produksjonsprosess, også utgjør en resirkuleringsprosess for produktet tidligere i kaskaden, representert som en avfallshåndteringsprosess. På samme måte vil resirkuleringsprosessen som iverksettes ved produktets slutt også inngå som starten på livsløpet til neste produkt i kaskaden.

I henhold til PAS 2050 (BSI, 2011), vil både resirkulering og bruk av resirkulert materiale potensielt medføre redusert produksjon av jomfruelig materiale og tilhørende miljøbelastninger. De reduserte miljøbelastningene må enten allokeres til bruken av resirkulert material eller til resirkulering av materialet ved produktets endte levetid – men ikke 100% til begge. LCA-standardene ISO 14040/44 (ISO, 2006b, ISO, 2006c) beskriver generelt et konseptuelt rammeverk for allokering i gjenvinningsystemer, men det er beskrevet i generelle former og gir rom for stor grad av tolkning. Dette har medført at det har blitt utviklet ulike måter for hvordan resirkuleringsystemer analyseres innenfor LCA. Selv om det ikke er oppnådd konsensus om hva som er vitenskapelig «riktig» modelleringsmetode, er det derimot enighet om at valg av modelleringsmetode kan påvirke resultatene for miljøprofilen til produkter (Bergsma and Sevenster, 2013), (Allacker et al., 2017), (Ekvall et al., 2020).

Når produktsystemer med ulike løsninger for avfallshåndtering (energiutnyttelse, gjenvinning og gjenbruk) skal sammenliknes, er det viktig å sørge for at systemgrensene til hvert produktsystem er definert slik at sammenlikningene blir rettferdig. Som beskrevet over, er det utviklet ulike modelleringsmåter for gjenvinning og gjenbruk, og det er derfor benyttet to ulike systemgrenser i analysene som er gjennomført i denne rapporten: 1. Cut-off (recycled content) og 2. Systemutvidelse (End-of-Life (EoL) substitution). Dette er gjort for å sikre at konklusjonene er robuste.

2.2.1 Cut-off/Recycled content

Den første modelleringsmåten som er brukt kalles *cut-off metoden (eller recycled content)*, og er den som ofte brukes i miljøvaredeklarasjoner (EPD). I EPD inkluderes tre hoved-moduler: A som er råvareuttak/bruk av gjenvunnet materiale og produksjon, B som er bruksfasen og C som er avfallshåndtering. I cut-off metoden settes det en systemgrense mellom det første og det andre produktsystemet som viser hvor livsløpet til *produkt 1* slutter og hvor livsløpet til *produkt 2* begynner. I EPD settes systemgrensen mellom transport til gjenvinningsanlegg og materialgjenvinningen, som illustrert i Figur 2-3. Det vil si at *produkt 1* kun får belastningene knyttet til transport inn til materialgjenvinningsanlegget, mens resirkulering er definert som en produksjonsprosess som inngår i livsløpet til *produkt 2*. Ved energiutnyttelse settes systemgrensen etter forbrenning, slik at forbrenningsprosessen ansees som en avfallshåndteringsprosess for *produkt 1*, mens *produkt 2* (energien som genereres) ikke får noen belastninger fra brenning av avfallet.

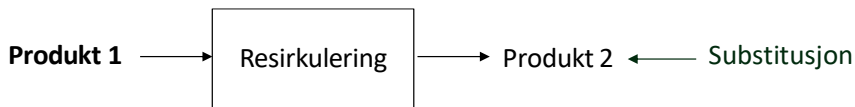


Figur 2-2 Cut-off metoden for modellering av gjenvinning

2.2.2 Systemutvidelse (EoL substitution)

Den andre metoden som er benyttet i denne rapporten kalles *systemutvidelse*. Her settes det ingen systemgrense mellom første og andre produkt når miljøpåvirkningen fra *produkt 1* skal vurderes. I stedet utvides systemgrensene slik at nytteeffekten knyttet til at avfallshåndteringsprosessen for *produkt 1*, som generer et eller flere nye produkter (i dette tilfellet *produkt 2*) som erstatter andre produkter (substitusjon),

blir inkludert. For plast vil for eksempel gjenvunnet plast kunne erstatte jomfruelig plast. Denne erstatningen inkluderes som negative utslipp (utslippsreduksjon) fordi det forutsetter at systemet bidrar til å redusere behovet for uttak av og produksjon med jomfruelig råvare.



Figur 2-3 Systemutvidelse-metoden for modellering av gjenvinning

Som nevnt ovenfor, benyttes cut-off metoden i miljøvaredeklarasjoner (EPD), og livsløpet til produktet deles opp i tre moduler: A, B og C. I byggebransjen inkluderer også deklarasjonene en modul D, som er *burdens and benefits beyond system boundaries* (ref EN 15804). A, B, C og D summert tilsvarer en modellering med systemutvidelse i denne rapporten.

Modellering med systemutvidelse medfører at det må gjøres en rekke antakelser både av hva og hvor mye som erstattes ved materialgjenvinning etter at produktet er brukt. Det er dermed nødvendig å definere følgende:

Materialgjenvinningsgrad: Andelen av brukte ølglass som går til materialgjenvinning og blir til nye produkter.

Erstatningsgrad: Andelen gjenvunnet material fra materialgjenvinningsprosessen som erstatter jomfruelig material.

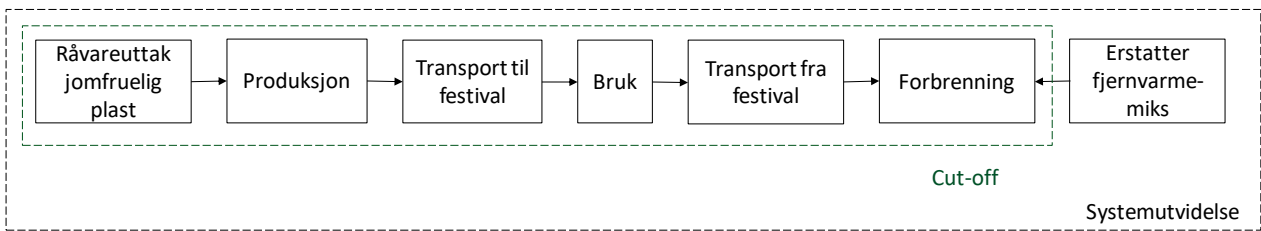
I tillegg må **andel gjenvunnet material som ølglassene består av** (recycled content) når de settes på markedet (festivalen) dokumenteres.

I modelleringen for systemutvidelse er *net scrap approach*-prinsippet (Bergsma and Sevenster, 2013), benyttet. Det vil si at dersom inngående materiale i ølglassene «allerede» består av en viss andel resirkulert materiale (recycled content > 0), vil netto mengde resirkulert materiale i systemet (andel til materialgjenvinning etter bruk minus andel inngående resirkulert materiale ølglassene (recycled content)) danne grunnlag for hvor stor andel jomfruelig materiale som kan erstattes av det resirkulerte materialet. Net scrap approach er i tråd med prinsippet «100:100: crediting for avoided virgin production as the difference between R2 and recycled content» (Allacker et al., 2017) og EPD-metodikk (CEN, 2019). Denne modelleringsmåten hindrer dobbelttelling av materialgjenvinningsgevinstene på et systemnivå, jfr. beskrivelsen over (kap 2.2).

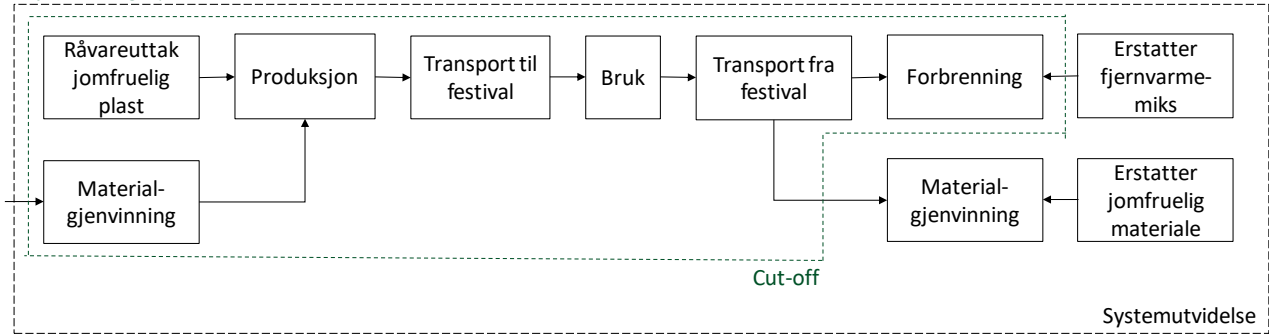
2.2.3 Oppsummering av systemgrenser for modelleringsmåtene

Livsløpsfaser og systemgrenser for de to modelleringsmåtene for denne studien er illustrert i Figur 2-4.

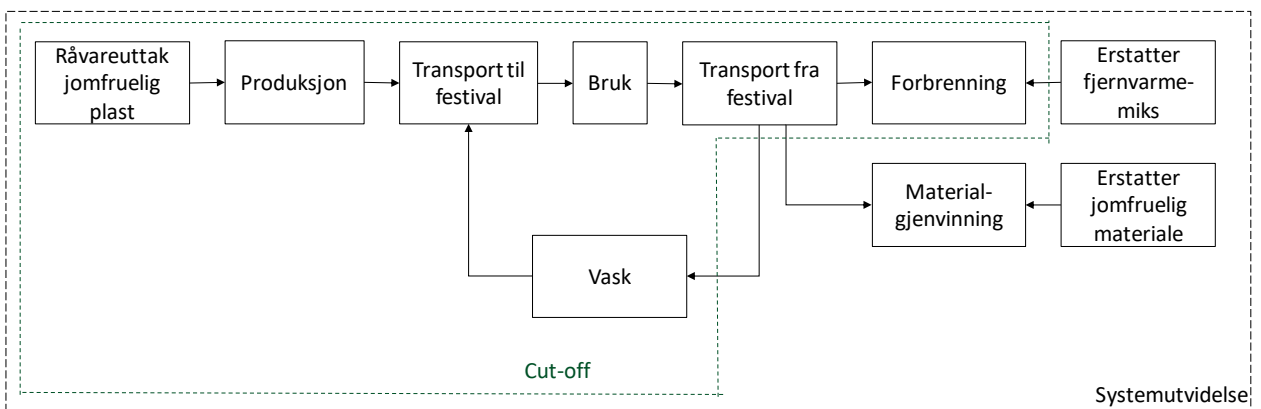
Engangssystem



Gjenvinningssystem



Gjenbrukssystem



Figur 2-4 Livsløpsfaser og systemgrenser tre ulike systemer for de to modelleringsmåtene i rapporten

I forbindelse med utviklingen av Europakommisjonens Product Environmental Footprint (PEF) er det foreslått en ny modelleringsmåte for gjenvinning som heter *circular footprint formula* (CFF). I CFF beregnes påvirkningen fra gjenvinning ved hjelp av faktorer som skal gjenspeile gjenvunnet andel materiale, andel til gjenvinning, kvaliteten og forholdet mellom tilbud og etterspørsel etter det resirkulerte materialet. Ved bruk av CFF vil man i prinsippet få et resultat som ligger mellom resultater ved bruk av cut-off modellering og systemutvidelse. De to valgte modelleringsmåtene representerer dermed to ytterpunkter og egner seg godt for å sjekke robustheten til rangeringen av alternativene som er analysert.

2.3 Datainnsamling

Når en LCA skal gjennomføres må det samles inn informasjon om masse-, energi og avfallsstrømmer i hver livsløpsfase. Informasjon om materiale, vekt, produksjonssted og transportavstander for hver ølglassløsning ble samlet inn ved hjelp av datainnsamlingskjemaer til aktuelle leverandører. Returgrader og svinn på festivalområdet ble definert i samarbeid med Øyafestivalen. Det er ikke hentet inn detaljerte data fra

produksjonsstedene til de ulike ølglassprodusentene. For bakgrunnsprosesser slik som utslipp fra råvareuttak av plast, produksjonsprosess for ølglass og fra transport er utslippsdatabasen ecoinvent 3.6 benyttet.

2.4 Vurdering av miljøpåvirkning

2.4.1 Potensiell klimapåvirkning

Når alle dataene er samlet inn skal masse-, energi- og avfallsstrømmene konverteres til potensiell påvirkning på miljøet. I en LCA ser man normalt på flere ulike miljøindikatorer. I denne rapporten er det valgt å fokusere på miljøpåvirkningskategorien klimaendringer, i tillegg til forsøplingspotensial. Det er viktig å være oppmerksom på at andre miljøpåvirkningskategorier kan gi andre resultater og dermed en annen rangering av løsningene.

Vurdering av potensiell effekt på global oppvarming måles i kg CO₂-ekvivalenter. Det betyr at utslippene for hver klimagass er multiplisert med en karakteriseringsfaktor som sier hvor stor påvirkning klimagassen har på global oppvarming sammenliknet med CO₂. Disse karakteriseringsfaktorene er utviklet av IPCC (2013). For eksempel har klimagassen metan (CH₄) karakteriseringsfaktoren 30,5 kg CO₂-ekvivalenter/kg metan, som betyr at utslipp av 1 kg metan har 30,5 ganger større påvirkning på klimaendring enn utslipp av 1 kg CO₂.

Det skiller dessuten mellom fossilt og biogent karbon. Plast av fossilt materiale er laget av hydrokarboner som er tatt opp fra jordskorpa og som fortsatt ville vært lagret der i tusenvis av år hvis de ikke ble hentet ut. Når denne platen sendes til energiutnyttelse og brennes vil nytt karbon introduseres inn i atmosfæren. Plast som er laget av biobaserte råvarer, derimot, inneholder karbon som allerede er i naturlig sirkulasjon i atmosfæren. Plast basert på mais, for eksempel, vil inneholde karbon som ble tatt opp av planten fra atmosfæren under plantens vekst, og brenning av dette produktet vil ikke introdusere nytt karbon til atmosfæren. Derfor er det vanlig at biogent CO₂ får karakteriseringsfaktor 0 (bidrar ikke til global oppvarming), mens fossilt CO₂ har karakteriseringsfaktor 1.

Analysene i prosjektet ble gjennomført i analyseverktøyet SimaPro 9.1.

2.4.2 Vurdering av forsøplingspotensial

Når et produkt konsumeres utenfor hjemmet, slik som på en utendørs festival, vil det alltid være en risiko for forsøpling. Forsøpling skjer når festivaldeltakeren ikke returnerer ølglasset eller legger det i en søplebøtte, men kaster det på bakken enten inne på festivalområdet eller utenfor. Dette kan ha ulike årsaker: at systemet er ikke forståelig for festivaldeltakeren, at systemet er for utilgjengelig (søppelkassene er for langt unna eller er fulle), uhell (ølglasset sprekker/mistes på bakken) eller ignoranse. Forsøplingspotensialet kan defineres som *risikoen for forsøpling* og kan oppgis som en prosentandel av den konsumerte mengden. Kvantifisering av forsøpling er utfordrende fordi det finnes lite erfaringsdata og fordi det er vanskelig å forutse hvordan festivaldeltakerne vil oppføre seg: hvor motiverte de er for å bidra til riktig avfallshåndtering og hvor forståelig er den informasjonen som kommuniseres på festivalområdet for festivaldeltakerne.

3 Systemer for håndtering av ølglass

I dette kapitlet defineres ulike systemer for håndtering av ølglass på festivaler, datagrunnlaget som er brukt for returgrad og svinn, incentivordninger og modellering av gjenbruksløsning.

3.1 Systemer på ulike festivaler

Ulike festivaler har ulik praksis for innsamling og avfallshåndtering av ølglass. Systemer for håndtering av ølglass på festivalområdet har derfor blitt definert for å kunne skille mellom ulike typer festivaler og for å kartlegge hvordan svinn og returgrad påvirkes av systemet. Tabell 3-1 viser de fem systemene som har blitt definert i samarbeid med Øyafestivalen.

Tabell 3-1 Definerte systemer for ølglass

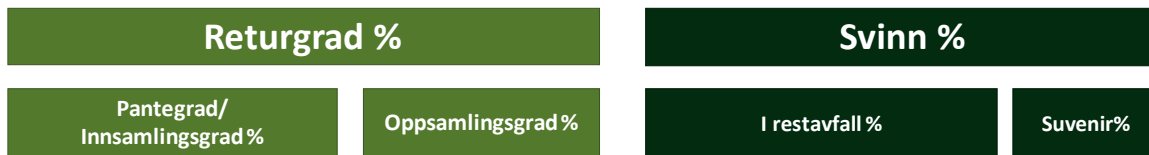
Engangssystem	Festivalen har ingen separat innsamlingsløsning for ølglass. Avfallshåndteringen består av at ølglassene sendes til energiutnyttelse sammen med annet avfall.
Gjenvinningssystem uten ekstra oppsamling	Festivalen har separat innsamling av ølglass med panteordning, som deretter sendes til materialgjenvinning.
Gjenvinningssystem med ekstra oppsamling	Festivalen har separat innsamling av ølglass med panteordning. I tillegg sørger festivalen for at en ytterligere mengde ølglass samles opp ved søppelplukking på festivalområdet og sortering av restavfallet (ofte ved hjelp av frivillige) og deretter sendes til materialgjenvinning.
Gjenbrukssystemer uten ekstra oppsamling	Festivalen har valgt en løsning der ølglass samles inn og vaskes og deretter brukes om igjen.
Gjenbrukssystem med ekstra oppsamling	Festivalen har valgt en løsning der ølglass samles inn og vaskes. I tillegg til dette sørger festivalen for ytterligere oppsamling av det som ikke leveres tilbake av publikum ved søppelplukking på festivalområdet og sortering av restavfallet (ofte ved hjelp av frivillige). Glassene sendes deretter til vasking og brukes om igjen.

Valg av system vil påvirke hvor stor andel av ølglassene som returneres, som igjen påvirker både klimagassutslipp og forsøplingspotensial.

3.2 Returgrad og svinn

For å kunne vurdere returgrad og svinn for hver av løsningene beskrevet i kapittel 2.1 har det vært nødvendig å definere hva som bidrar til returgraden og hva som bidrar til svinn. Summen av returgrad og svinn skal utgjøre hele mengden ølglass som brukes på festivalen.

Som vist i Figur 3-1 er det definert to ulike bidrag til returgraden: pantegrad/innsamlingsgrad og oppsamlingsgrad, og to bidrag til svinn.



Figur 3-1 Bidrag til returgrad og svinn

Hver av kategoriene beskrives nedenfor.

Pantegrad/innsamlingsgrad: Andelen glass som blir levert inn på «riktig måte» (definert av festivalarrangør) av publikum på festivalen. Dette kan være både den som har drukket av glasset eller andre som leverer inn for å få utbetalt pant eller unngå gebyr. Noen festivaler har pant på ølglassene, og det er dermed naturlig å bruke ordet pantegrad, som betyr den andelen glass som det er utbetalt pant for.

Oppsamlingsgrad: Andelen glass som blir ryddet opp og sortert (ofte av frivillige) og sendt til riktig håndtering etter bruk. For festivaler som ikke har opprydding og sortering, antas det at oppsamlingsgraden er 0, og at svinnet tilsvarer 100 % minus innsamlingsgraden.

Returgrad: Returgraden er summen av pantegrad/innsamlingsgrad og oppsamlingsgraden, og utgjør de mengdene som går til «riktig» håndtering etter bruk.

Svinn: Andelen glass som ikke blir sendt til riktig håndtering. Årsakene til svinn kan være for dårlig kommunikasjon om hvordan ølglassene skal leveres inn/avhendes eller likegyldighet. I livsløpsvurderingen av ølglassløsningene er svinnet delt opp i to kategorier:

- Svinn som havner i restavfall.
- Ølglass som tas med hjem som souvenir og ender opp hjemme hos festivaldeltaker (antatt kun å være aktuelt for gjenbruksglass).

Ølglassene kan også potensielt bli kastet i naturen eller kildesorteres hjemme hos festivaldeltakere, men dette er antatt å utgjøre en neglisjerbar mengde.

Kvantifisering av returgrad og svinn er utfordrende fordi de ulike ølglassløsningene har ulike materialegenskaper og har ulike incentivordninger for at festivaldeltakerne skal levere dem tilbake. Øyafestivalen har erfaring med alle systemene (med oppsamling) beskrevet i kapittel 2.1, og estimerte andeler er derfor kvantifisert basert på deres erfaringer. Det er videre antatt at hos festivaler som ikke har ekstra oppsamling, så ender alle ølglass som ikke blir levert inn «på riktig måte» opp i restavfallet.

Tabell 3-2 viser forutsetninger for Returgrad og Svinn i de ulike systemene. Det presiseres at de ulike systemene har ulike incentivordninger som sannsynligvis har betydning på returgrad og svinn.

Tabell 3-2 Returgrad og svinn for hvert system

	Returgrad			Svinn		Totalt
	Pantegrad/ innsamlings grad	Oppsamlings- grad til gjenbruk	Oppsamlings- grad til material- gjenvinning	I restavfall	Suvenir	
Engangssystem				100%		100%
Gjenvinningssystem uten ekstra opsamling Pantesats 1 kr	69%			31%		100%
Gjenvinningssystem med ekstra opsamling Pantesats 1 kr	69%		26%	5%		100%
Gjenbrukssystem uten ekstra opsamling Gebyrsats 20 kr	78%			17%	5%	100%
Gjenbrukssystem med ekstra opsamling Gebyrsats 20 kr	78%	10%	5%	2%	5%	100%

Verdiene i tabellen viser tydelig at festivaler som har ekstra opsamling kan antas å ha en høyere returgrad enn de som ikke har det, og at svinnet dermed er mindre.

Det er viktig å merke seg at kvantifisering av returgrad og svinn fra gjenbrukssystemet kun baserer seg på ett år med dette systemet, og at det kan antas at innsamlingsgraden vil øke når både publikum og festival har gjort seg noen erfaringer med dette systemet.

3.3 Forskjeller i pante- og gebyrordning for gjenbruks og gjenvinningssystem

For gjenvinningssystemene har Øyafestivalen over flere år benyttet en pantesats på 1 kr, som vil si at festivaldeltakerne betaler 1 kr ekstra ved kjøp av øl, og får 1 kr igjen når ølglaset leveres tilbake. En stor grad

av de pantede glassene returneres ikke av den som har konsumert ølet, men av personer som går rundt på festivalområdet og samler inn ølglass for panting. Da gjenbrukssystem ble benyttet på Øyafestivalen i 2019 ble det benyttet en gebyrsats på 20 kr. Festivaldeltakerne betalte gebyret som tillegg i prisen ved kjøp av det første glasset med øl. Dersom gjenbruksglasset ble levert inn ved kjøp av neste øl, unngås gebyret på neste ølglass. Det var også mulig å motta en pollett ved innlevering av gjenbruksglasset slik at ikke gebyret måtte betales på første øl neste dag. Gebyret ble ikke refundert for det siste ølglasset som konsumeres. Inntektene fra gebyret skal dekke ekstrakostnadene knyttet til et gjenbrukssystem.

Det kan også antas at nivået på pantebeløpet/gebyret vil ha en betydelig innvirkning på hvor mye som leveres tilbake. Prosjektet har ikke hatt anledning til å vurdere hvordan ulike pantesatser og gebyrnivåer påvirker forbrukeradferd og returgrad. Analysene i denne rapporten tar derfor utgangspunkt i de historiske pante- og gebyrsatsene til de ulike systemene når ølglassalternativene skal vurderes.

Det understrekes at svinn i Tabell 2-2 kun omfatter svinn etter bruk av ølglasset. Svinn som oppstår i materialgjenvinningsprosessen vil komme i tillegg og er inkludert i analysene (se Tabell 3.1).

3.4 Modellering av gjenbrukssystem

I motsetning til engangssystem hvor miljøbelastningene knyttet til råvareuttak og produksjon av hvert glass kan tilskrives *en* servering, må man ved modellering av gjenbrukssystemet fordele disse miljøbelastningene på den totale funksjonen som ett glass tilbyr gjennom hele sin levetid. Denne funksjonen knyttes til **antall serveringer** hvert gjenbruksglass har i snitt før det går ut av bruk eller antall startglass. **Antall startglass** er definert som mengden glass det er behov for for å kunne levere 1000 serveringer (med tilhørende svinn).

Miljøbelastningen per servering kan dermed beregnes som følger:

$$(1) \text{ Miljøbelastning per servering} = \frac{\text{Miljøbelastningen til glasset}}{\text{Antall serveringer per glass}}$$

Antall serveringer per glass er definert som antall runder i ombrukssløyfa hvert glass tar i snitt før det går ut av bruk. I et system uten svinn ville dette vært knyttet til holdbarheten til glassene og hvor mange ganger glassene kan brukes og vaskes før de er utslitt og ikke kan brukes lenger. I et system med svinn må antall serveringer justeres for svinn.

Antall serveringer, S , kan beregnes via en geometrisk rekke ved bruk av følgende formel:

$$(2) S = \sum_{k=0}^{\infty} n_{start} \cdot r^k = \frac{n_{start}}{1-r}$$

der:

S = antall serveringer

n_{start} = Startglass

r = innsamlings- og oppsamlingsgrad

Ved hjelp av den samme formelen, kan antall startglass som trengs for å oppnå S serveringer uttrykkes som følger:

$$(3) \text{ Startglass} = n_{start} = S \cdot (1-r)$$

For 1000 serveringer ($S = 1000$) og innsamlingsgrad ($r = 88\%$ (tilsvarer svinn på 12%), gir dette antall startglass på 120. Det betyr at miljøbelastningene knyttet til råvareuttak og produksjon av 120 glass representerer miljøbelastningen for 1000 serveringer. I tillegg kommer selvsagt nødvendig transport, vask og avfallsbehandling av glassene. Antall serveringer og forbruk av glass per 1000 serveringer for ulike svinnprosent (1-r) vises i Tabell 3-3.

Tabell 3-3 Beregning av turtall og startglass per 1000 serveringer

Svinn (1-r)	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%	22%
Antall serveringer per glass	12,5	10,0	8,3	7,1	6,3	5,6	5,0	4,5
Startglass per 1000 serveringer	80	100	120	140	160	180	200	220

Ved et svinn på 22% oppnås det i snitt 4,5 serveringer per glass og 1000 serveringer tilsvarer miljøbelastningen 220 glass. Leverandøren av gjenbruksglass har opplyst at et glass kan brukes 80-100 ganger før det går ut av bruk. Det kan dermed antas at gjenbruksglassene går ut av bruk på grunn av svinn før det oppnås en slitasje.

Siden tallene i Tabell 3-3 baserer seg på gjennomsnitt, kan det forekomme at noen glass brukes så mange ganger at de blir slitte, eller det kan være glass som blir defekte under bruk som gjør at holdbarheten reduseres. I den forbindelse er det verdt å merke seg at svinntallene presentert i tabell 3-2, som er basert på erfaringstall fra Øyafestivalen ved bruk av gjenbruksglass i 2019, også inkluderer andel ødelagte glass. Analysene tar dermed høyde for at ikke alle glass som returneres kan brukes om igjen.

På festivaler og arrangementer er det nødvendig å ha en beholdning av ølglass som er stor nok til at festivalen ikke risikerer å gå tom underveis i arrangementet. Dette gjelder både for engangsglass og gjenbruksglass. Det betyr at det på slutten av arrangementet vil være en andel av glassene som leveres til festivalen som ikke blir brukt. Det kan antas at det ikke oppstår svinn fra ølglass som ikke er brukt og at kvaliteten til ølglass som står lagret er uendret (ikke har utløpsdato). I beregningene i denne rapporten er det dermed forutsatt at disse glassene ikke tas ut av systemet, men at de brukes ved en senere anledning (at ubrukte ølglass ikke kastes).

Analysen i denne rapporten baserer seg dermed på to viktige forutsetninger som må være til stede for at resultatene skal være gyldige:

- Glassene er uten spesifikk festivallogo og brukes på ulike festivaler og arrangementer
- Glassene brukes om igjen på ulike festivaler og arrangementer til de er tapt som svinn etter bruk.

Det forutsettes at overskuddsglassene som er i omløp vil ikke representere noen miljøbelastning når de ikke er i bruk utover at det kan forekomme noe ekstra transport. Transport har relativt liten påvirkning på resultatene, og det kan dermed konkluderes at effekten av eventuell transport av overskuddsglass ikke vil påvirke resultatene.

For å sikre at beregninger i gjenbrukssystemet er gjennomført på en god måte, er beregningene i dette kapittelet (Kapittel 3-3) kvalitetssikret av Norsk Regnesentral.

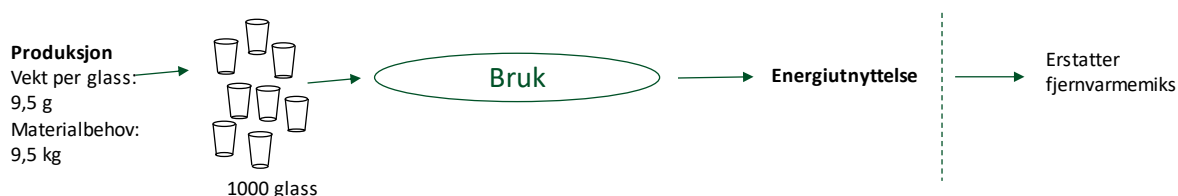
4 Beskrivelse av ølglassalternativene som er analysert

I dette kapittelet beskrives de fire ulike alternativene for servering av øl som er analysert. De viktigste forutsetningene er oppsummert i Tabell 4-1 på slutten av kapittelet.

4.1 Gjenvinnbart engangsglass av PP

Gjenvinnbart engangsglass av polypropylen (PP) brukes både i engangssystem og i gjenvinningsystem. Denne løsningen representerer «tradisjonelle» engangsplastglass som har vært brukt mye på festivaler og arrangementer. Ett glass veier 9,5 g, og mengde glass for 1000 serveringer er dermed 9,5 kg. Det er antatt at glassene er produsert i Tyskland og at termoforming er brukt som produksjonsprosess. Videre er det forutsatt at ølglassene produseres av 100% jomfruelig materiale, og at de transporteres fra Tyskland til Norge i lastebil.

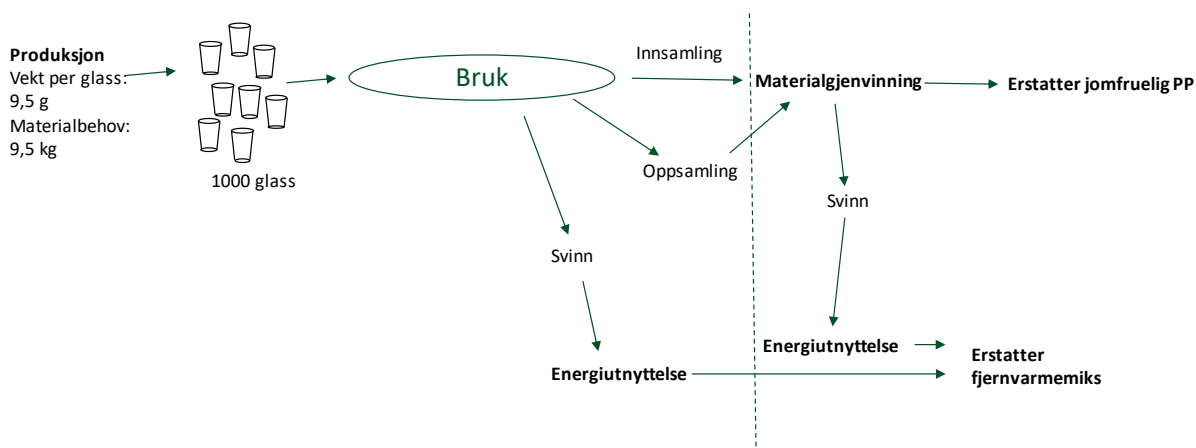
Figur 4-1 illustrerer materialstrømmen til engangsglass av PP der det er benyttet ett engangssystem, det vil si at alle glass går til energiutnyttelse sammen med annet avfall etter at ølet er konsumert. Den stiplede linjen viser systemgrensen ved cut-off-modellering, beskrevet i kapittel 2.2.1.



Figur 4-1 Materialstrømmene til engangsglass av PP i et engangssystem

Dersom festivalen bruker et gjenvinningsystem, antas en innsamlingsgrad på 69%, og at denne mengden går til materialgjenvinning, jfr. Tabell 2-2. Festivaler med ekstra oppsamling antas å samle opp ytterligere 26%.

Figur 4-2 viser materialstrømmene til engangsglass av PP dersom de brukes i et gjenvinningsystem.



Figur 4-2 Materialstrømmene til engangsglass av PP i et gjenvinningsystem

For polypropylen er det antatt at gjenvinningsgraden er 85% (det vil si 15% svinn i gjenvinningsprosessen) (Syversen et al., 2018). På grunn av forringet kvalitet/manglende marked antas en erstatningsgrad på 50%, det vil si at 50% av det resirkulerte materialet erstatter jomfruelig materiale for andre produkter enn nye ølglass da resirkulert PP ikke tilfredsstillter hygiene krav for bruk til matvarer.

4.2 Gjenvinnbart engangsglass av PET

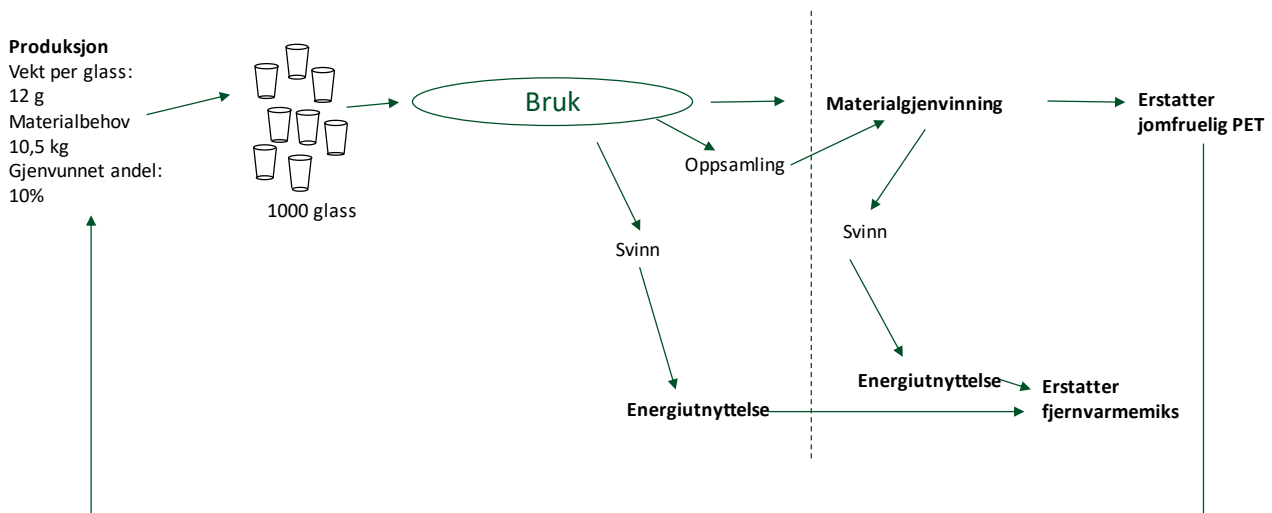
Infinitum eier og driver panteordningen i Norge for resirkulerbare plastflasker laget av PET. De har nå startet opp en løsning der det tilbys resirkulerbare engangsglass av PET på festivaler og tilsvarende arrangementer, som kan samles inn og resirkuleres på Infinitums eksisterende anlegg. Plasten resirkuleres og blir råstoff til produksjon av nye engangsglass eller flasker av PET. Analysene av gjenvinnbare engangsglass av PET tar dermed utgangspunkt i dette alternativet.

Engangsglass av PET antas brukt inn i et gjenvinningssystem tilsvarende panteordningen for flasker. Det kan variere hvor mye resirkulert granulat som inngår i glassene. Flere studier i forskningslitteraturen oppgir et maksimum innhold på 35% rPET (Shen et al., 2011, Kouloumpis et al., 2020). I følge Welle (2011), derimot, eksisterer det PET-flasker med opptil 50% innhold. EU har et mål om 25% resirkulert innhold i PET-flasker innen 2025 og 30% innen 2030. Norske panteflasker inneholder per i dag 10% resirkulert materiale (Infinitum, 2019). Basisantakelsen i denne studien er dermed 10% innhold av resirkulert materiale. Det tilbys i dag ølglass av PET med 50% og 80% gjenvunnet andel, og dette er dermed inkludert i sensitivitetsanalysene.

I analysene antas det at det jomfruelige granulatet kjøpes fra det globale markedet, mens resirkulert PET er produsert hos Veolia i Sverige. I løpet av prosjektperioden har Infinitum satt opp et nytt industribygg på Heia (Fetsund i Lillestrøm kommune) der Veolia er i ferd med å etablere et gjenvinningsanlegg. Når dette anlegget er på plass, vil transportavstand og energimiksen til gjenvinningsanlegget endre seg. Transport og gjenvinningsprosess gir imidlertid et relativt lite bidrag til miljøbelastningen gjennom livsløpet til ølglassene (i overkant av 1 kg CO₂-ekvivalenter/1000 serveringer), og dette vil derfor ikke ha liten påvirkning på konklusjonene i denne rapporten.

I henhold til Tabell 2-2, antas systemet samme innsamlingsgrad på 69 % til materialgjenvinning, med ytterligere 26% innsamlet mengde for festivaler med ekstra oppsamlingsordning (tilsvarende som for systemet med PP beskrevet over).

Figur 4-3 viser materialstrømmene til engangsglass av PET i et gjenvinningssystem.



Figur 4-3 Materialstrømmen til engangsglass av PET i et gjenvinningssystem

Etter bruk samles glassene inn, komprimeres og sendes til Veolia i Sverige og Tyskland for gjenvinning. Her for-sorteres og vaskes materialet før platen resirkuleres til nytt granulat. Materialgjenvinningsgraden er antatt å være 98% (2% tap i materialgjenvinningsprosessen for klar plast fra Raadal et al. (2017)). Det nye

granulatet vil hovedsakelig brukes til nye PET-flasker, PET-beger og andre drikkevarer/matemballasjeprodukter i PET, og antas å erstatte jomfruelig PET. I motsetning til PP, antas at hele mengden jomfruelig andel gjenvunnet PET erstatter jomfruelig PET (det vil si 100% erstatningsgrad). Dette forutsetter at PET-glasset kun har en liten logo som ikke påvirker gjenvinningsgraden.

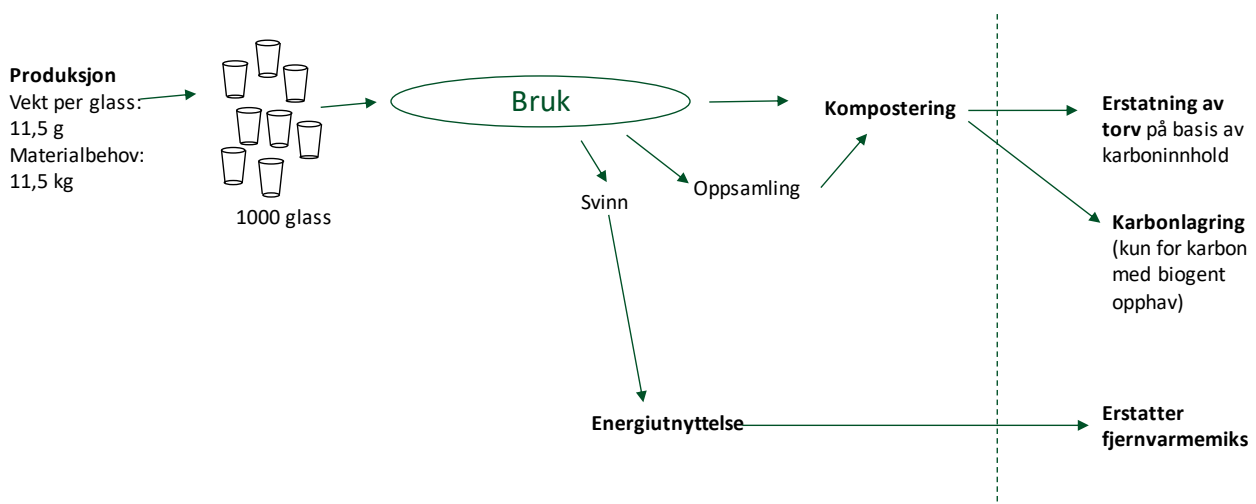
4.3 Komposterbart engangsglass av PLA

Engangsglass av PLA er en løsning som ble testet av Øyafestivalen i 2018. PLA er en nedbrytbar biobasert plastmateriale. Glassene ble samlet inn og kompostert hos avfallshåndteringsselskapet SIMAS – Sogn Interkommunale Miljø- og Avfallsselskap.

Engangsglass av PLA antas brukt i et gjenvinningsystem der glassene sendes til kompostering og i et engangssystem der glassene sendes til energiutnyttelse. Den viktigste byggesteinen for PLA produksjon er melkesyre, som igjen er laget under en fermenteringsprosess av sukkerholdige materialer. Mais, sukkerrør og poteter blir ofte benyttet i fremstillingen av PLA (Msuya, 2017).

Ifølge sertifikat fra leverandøren inneholder de nedbrytbare ølglassene minimum 80% biobasert plast. For produksjon av granulat er det antatt at det brukes mais som råvare, og det er benyttet generiske data fra utslippsdatabasen ecoinvent. Det er antatt at de resterende 20% består av jomfruelig plast.

Materialstrømmen for engangsglass av PLA i et gjenvinningsystem (kompostering) er illustrert i Figur 4-4.



Figur 4-4 Materialstrømmen til engangsglass av PLA i et gjenvinningsystem (kompostering)

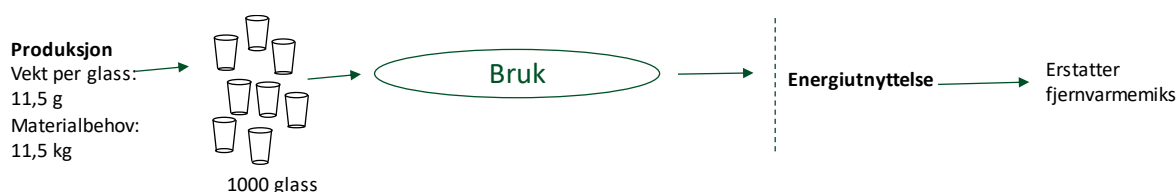
Etter bruk er det antatt at de returnerte ølglassene sendes til SIMAS for kompostering sammen med matavfall og hageavfall. Erfaringer fra SIMAS viser at det er mulig å oppnå effektiv nedbrytning av nedknuste ølglass ved hjelp av ranekompostering. Under komposteringen vil noe av karbonet i ølglassene omdannes til CO₂ og CH₄ (metan) (Hermann et al., 2011).

Siden utslippsdata fra kompostering av nedbrytbar plast ikke er tilgjengelig i utslippsdatabasene, er dette modellert ved hjelp av litteraturdata. Basert på Hermann et al. (2011) er det antatt at karbonet i PLA-materialet som sendes til kompostering fordeler seg på følgende måte: 57% av karbonet omdannes til CO₂ som slippes ut til luft, 0,11% av karbonet blir til CH₄-utslipp og 43% ender opp i komposten. Det er funnet flere andre studier med liknende forutsetninger (Rossi et al., 2015, Beigbeder et al., 2019). På bakgrunn av at minimum 80% av materialinnholdet i PLA-glassene er biobasert, antas det at 80% av CO₂ og CH₄-utslippene er biogene. PLA består av 50% karbon.

Bruksområdet til komposten er private hager, og det kan derfor antas at den erstatter torvbaserte jordblandinger. Videre er det antatt en erstatningsgrad på 100%, og at torv erstattes på basis av karboninnholdet i komposten.

Når et biobasert materiale lagres i jorden over tid (mer enn 100 år), kan det inkluderes en karbonlagringseffekt i klimagassregnskapet til produktet. Karbonet i komposten vil brytes ned over tid og det antas derfor at det bare er en liten andel av karbonet i komposten som er lagringsstabil. Hermann et al. (2011) beregnet at 23% av humusen fra karbonet fortsatt var i jorda etter 100 år. Dette er i overensstemmelse med Raadal et al. (2009) som hadde en antakelse om at 20% av karbonet i kompost fra matavfall var lagringsstabil. Det er derfor inkludert en karbonlagringseffekt for 20% av det biobaserte karbonet i komposten.

Dersom festivalen benytter et engangssystem for PLA-glass, er det antatt at alle glassene havner i restavfallet på lik måte som for engangssystemet for PET, som illustrert i Figur 4-5.



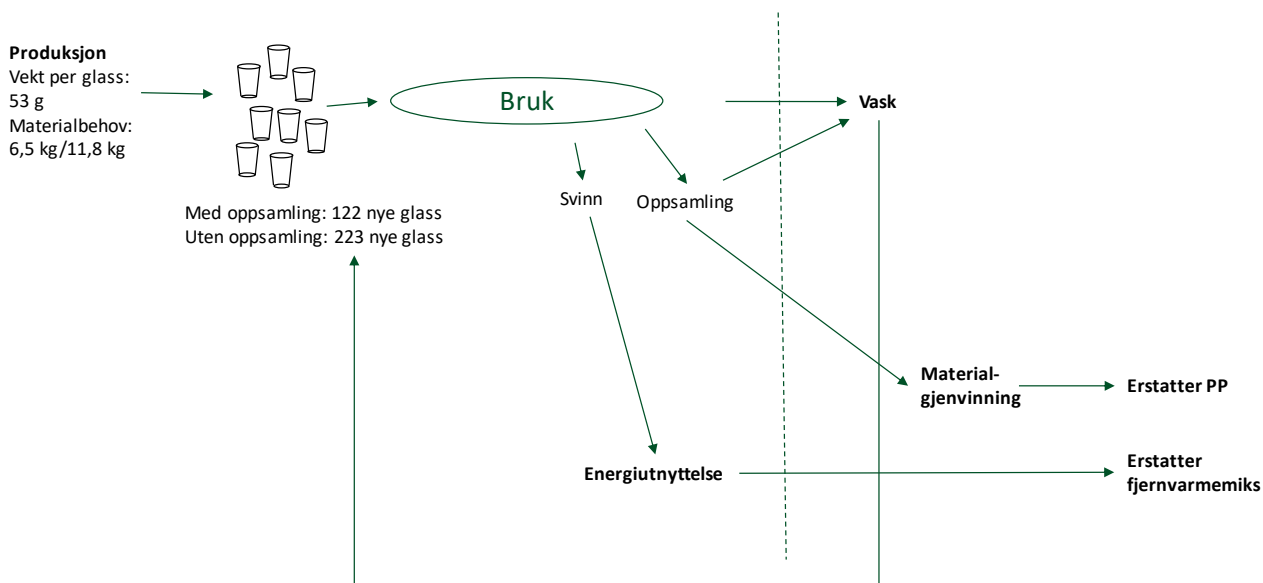
Figur 4-5 Materialstrømmen til engangsglass av PET i et engangssystem

Utslippsdata fra brenning av PLA er heller ikke tilgjengelig i ecoinvent, og energiutnyttelse er derfor modellert basert på karboninnhold og andel biobasert materiale i PLA-glassene.

4.4 Gjenbruksglass av PP

Gjenbruksglass av PP antas å inngå i et gjenbrukssystem der glassene sendes til et vaskeanlegg etter hver bruk, slik at det kan gjenbrukes på samme eller tilsvarende arrangement. Analysene tar utgangspunkt i gjenbruksglass av PP produseres av EcoCup som driftes av Rene Glass. Glassene brukes i ulike arrangementer før de hentes av Rene Glass, vaskes og brukes om igjen. Konseptet ble testet ut på Øyafestivalen i 2019.

Metodikk for fordeling av miljøbelastninger knyttet til råvareuttak og produksjon for gjenbrukssystemer er beskrevet i kapittel 3.4. Materialstrømmen for gjenbruksglass i et gjenbrukssystem er vist i Figur 4-6.



Figur 4-6 Materialstrømmen til gjenbruksglass av PP i et gjenbrukssystem

Glassene er produsert av PP i Frankrike. Disse blir transportert med lastebil til Norge, hvor de blir brukt på ulike festivaler og arrangementer. Etter bruk under et arrangement, samles glassene inn og transporteres til vaskeanlegget med lastebil. Data for bruk av vann, såpe og elektrisitet per vask er oppgitt av Rene Glass.

Enkelte glass kan ikke gjenbrukes, men kan likevel sendes til materialgjenvinning (se Tabell 2-2). Disse har blitt samlet inn og sendt til materialgjenvinning og har dermed samme forutsetninger som gjenvinning av engangsglass av PP (se kapittel 3).

4.5 Oppsummering av forutsetninger

Oppsummering av forutsetningene for hver løsning er presentert i Tabell 3-1.

Tabell 4-1 Oppsummering av forutsetninger

	1a Gjenvinnbare engangsglass av PP	1b Gjenvinnbare engangsglass av PET	2 Komposterbare engangsglass av PLA	3 Gjenbruksglass av PP
Systemtyper	Engangssystem og gjenvinningssystem	Gjenvinningssystem	Engangssystem og gjenvinningssystem	Gjenbrukssystem
Antall glass per 1000 serveringer	1000	1000	1000	Med ekstra oppsamling: 122 Uten ekstra oppsamling: 223
Vekt per glass (g)	9,5	12	11,5	53
Andel gjenvunnet innhold i glass	0%	10% ³	0%	0%
Andel biobasert materiale	0%	0%	80%	0%
Transport til festival	Tyskland – Oslo 1400 km	Sverige – Oslo 435 km	Tyskland – Oslo 1400 km	Frankrike – Oslo 1950
Transport fra festival	25 km til energiutnyttelse 925 km til materialgjenvinning (Oslo – Hamburg)	25 km til energiutnyttelse 435 km til materialgjenvinning (Oslo-Norrköping)	25 km til energiutnyttelse 315 km til kompostering (Oslo-SIMAS)	25 km til energiutnyttelse 925 km til materialgjenvinning 95 km til vask (Oslo – Horten)
Returgrad med oppsamling	95% til materialgjenvinning	95% til materialgjenvinning	95% til kompostering	88% til gjenbruk 5% til materialgjenvinning
Returgrad uten oppsamling	69% til materialgjenvinning	69% til materialgjenvinning	69% til kompostering	78% til gjenbruk
Gjenvinningsgrad	85% ¹	98% ²	100%	85% ¹
Erstatningsgrad	50% ⁶	100%	100% av karboninnholdet i komposten	50% ⁶
Karbonlagring	-	-	20% av det biogene karbonet i komposten	-

¹ Kilde: Syversen et al. (2018)

² Tap under gjenvinning: 2% for klar PET (Raadal et al., 2017).

³ Kan variere, og det er derfor inkludert sensitivitetsanalyser knyttet til dette. Kilde: Infinitum (2019).

⁵ Beregnet ut ifra svinn-tallet og gjennomsnittlig antall ganger ett glass kan brukes

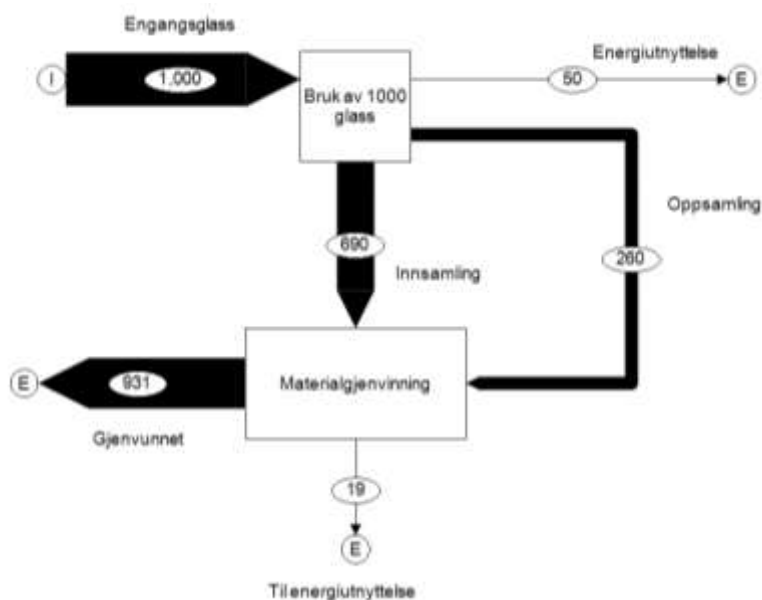
⁶ Estimert basert på kvalitet og marked for gjenvunnet PP

5 Resultater for Øyafestivalen (festivaler med oppsamling)

I dette kapitlet presenteres resultater for Øyafestivalen, som har et oppsamlingssystem der frivillige plukker søppel på festivalområdet og kildesorterer avfallet. Resultatene kan antas å være representative for andre festivaler med liknende system.

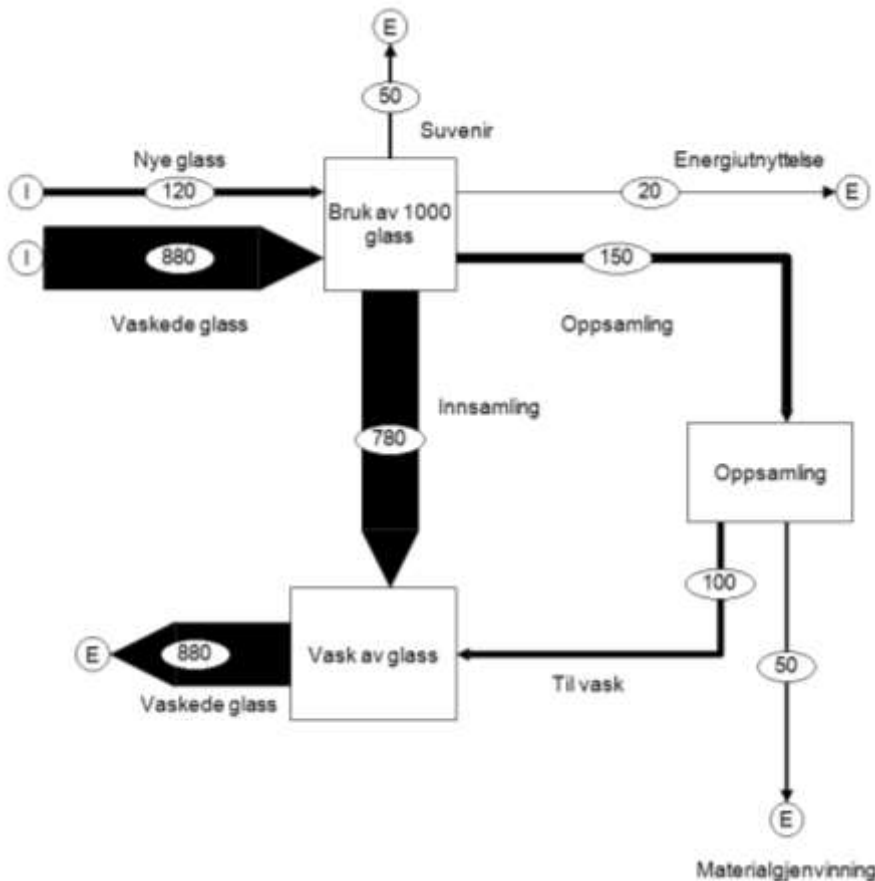
5.1 Massestrøm og forsøplingspotensial

Forsøplingspotensialet til ølglass er knyttet til hvor stor andel av ølglassene som havner på avveie for hver av de ulike alternativene. Nedenfor vises massestrømmen for engangsglass med gjenvinningsystem (Figur 5-1) og gjenbruksglass (Figur 5-2).



Figur 5-1 Engangsglass med gjenvinningsystem per 1000 serveringer for festival med oppsamling

Figuren viser at det antas at 50 glass, det vil si 5%, av ølglassene som blir servert, ikke går tilbake inn i retursystemet gjennom innsamling fra publikum eller oppsamling av frivillige. Det er en teoretisk mulighet for at disse ikke kastes i restavfallet, men ender opp som forsøpling i eller utenfor festivalområdet. Dette ansees ikke som sannsynlig, da det kan antas at oppsamlingen eliminerer de glassene som har havnet på bakken.



Figur 5-2 Gjenbruksglass av PP per 1000 serveringer for festival med 88% oppsamling til gjenbruk ((svinn = 12%)

I gjenbrukssystemet er det antatt at 20 glass, det vil si 2%, havner i restavfallet. Det er estimert at 5% av glassene tas med som suvenir, mens de resterende 93% samles inn gjennom innsamling og oppsamling. Av glassene som samles opp, antas det at 5% er ødelagt og dermed ikke kan gjenbrukes, men sendes til materialgjenvinning. Det er viktig å være oppmerksom på at mens svinndataene for gjenvinningssystem er basert på flere års erfaring, er svinnet for gjenbrukssystem kun basert på ett år. Det er derfor sannsynlig at svinnet kan reduseres når erfaringen med dette systemet øker. I likhet med gjenvinningssystemet er det en teoretisk mulighet for at den andelen som havner i restavfallet kan ende opp som forsøpling, men det antas at dette er usannsynlig da oppsamlingen eliminerer de glassene som havnes på bakken.

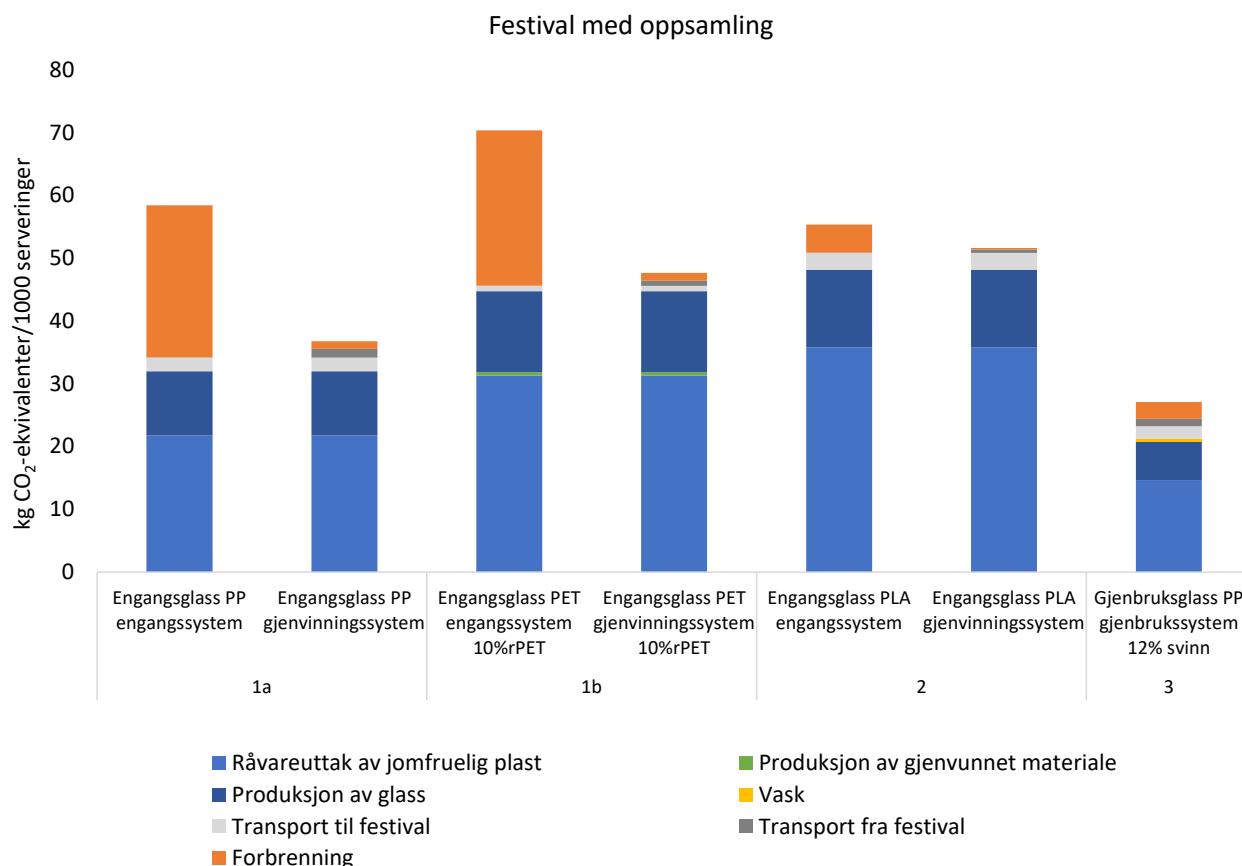
På bakgrunn av massestrømsanalysene vurderes det at festivaler med oppsamling har en minimal risiko for at ølglass kommer på avveie, og har dermed lav risiko for forsøpling av plast. Analysene er basert på erfaringsdata fra Øyafestivalen. Risiko for forsøpling av ølglass er dermed mer avhengig av systemet til festivalen (hvorvidt den har oppsamling eller ikke), enn hvilket materiale som velges.

5.2 Klimagassutslipp

Nedenfor presenteres resultatene for de to ulike modelleringsmåtene som er benyttet: cut-off/recycled content og systemutvidelse/EoL substitution.

5.2.1 Cut-off/recycled content

Potensiell påvirkning på klimaeffekt for festivalen med oppsamling når modelleringsmåten cut-off/recycled content benyttes er presentert i Figur 5-3. Engangssystemer er inkludert som referanse.



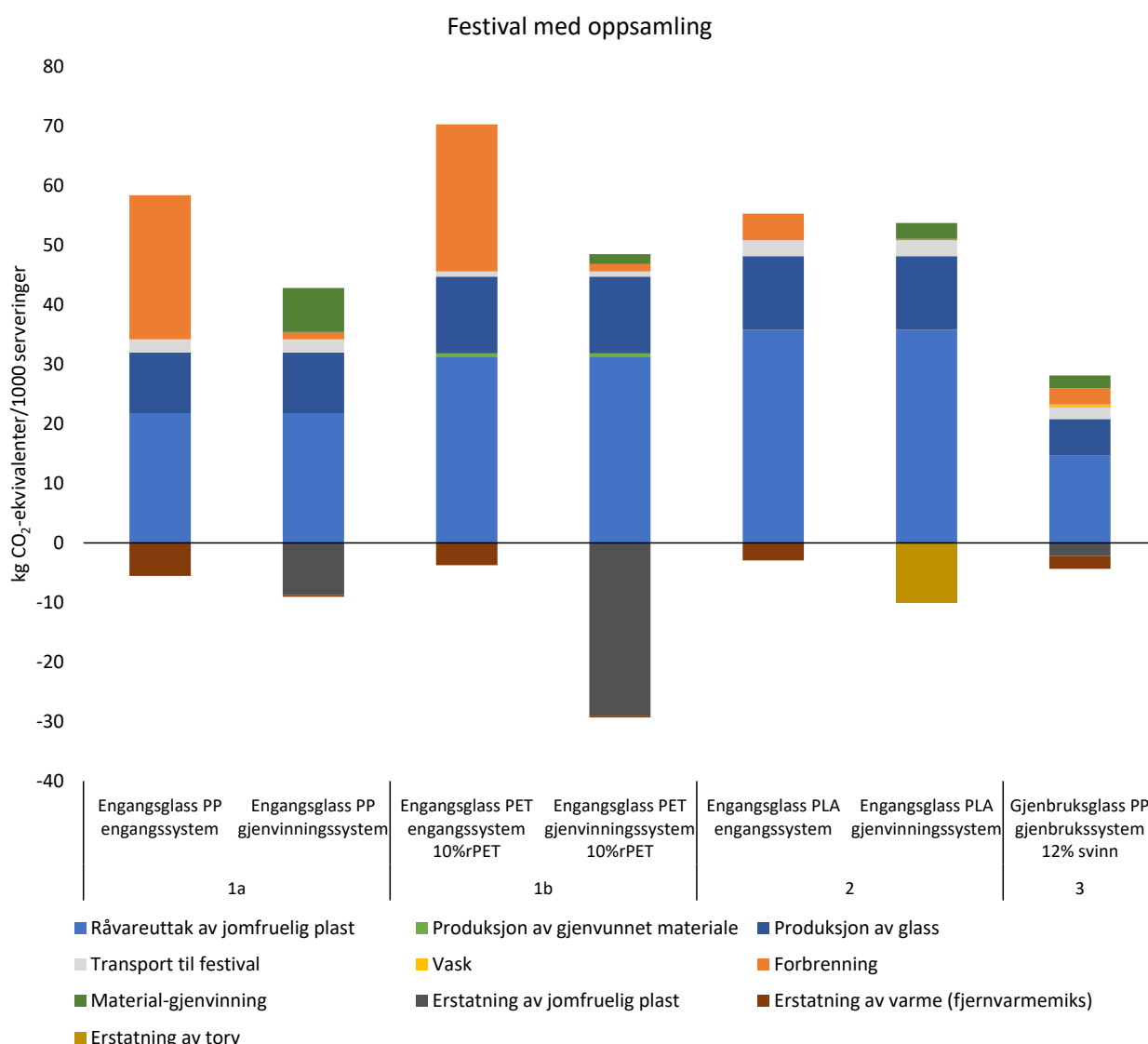
Figur 5-3 Klimapåvirkning for de fire ølglassalternativene ved bruk av cut-off-modellering, festival med ekstra oppsamling.

Livsløpsfasene med størst belastning er råvareuttak av jomfruelig plast og produksjon av ølglassene, samt forbrenning av plastglassene for engangssystemene (ingen materialgjenvinning). Dette fører til at alle engangssystemene får dårligst resultat på mellom 70 og 55 kg CO₂-ekvivalenter/1000 serveringer av halvliterer med øl. Bruk av gjenbruksglass gir lavest klimapåvirkning med 27 kg CO₂-ekvivalenter/1000 serveringer. Dette skyldes i hovedsak at råvarebehovet er lavt sammenliknet med de andre alternativene, og at mengden plast som sendes til forbrenning er liten. Med de gitte forutsetningene medfører gjenvinningssystemet en klimapåvirkning på henholdsvis 37 og 48 kg CO₂-ekvivalenter/1000 serveringer for henholdsvis PP og PET. Forskjellen mellom disse to systemene skyldes at PET-alternativet har høyere belastning knyttet til råvareuttak til tross for at PET-glassene består av 10% resirkulert materiale.

5.2.2 Systemutvidelse/EoL-modellering

Ved bruk av systemutvidelse inkluderes gevinsten ved at ølglassene sendes til energiutnyttelse, gjenvinning eller gjenbruk etter bruk. Dette inkluderes ved å inkludere unngåtte utslipp fra produksjon av ny energi, jomfruelig materiale eller nytt ølglass i form av negative utslipp. For å unngå dobbelttelling er det bare er den andelen av ølglasset som består av jomfruelig materiale som kan erstatte jomfruelig materiale etter at

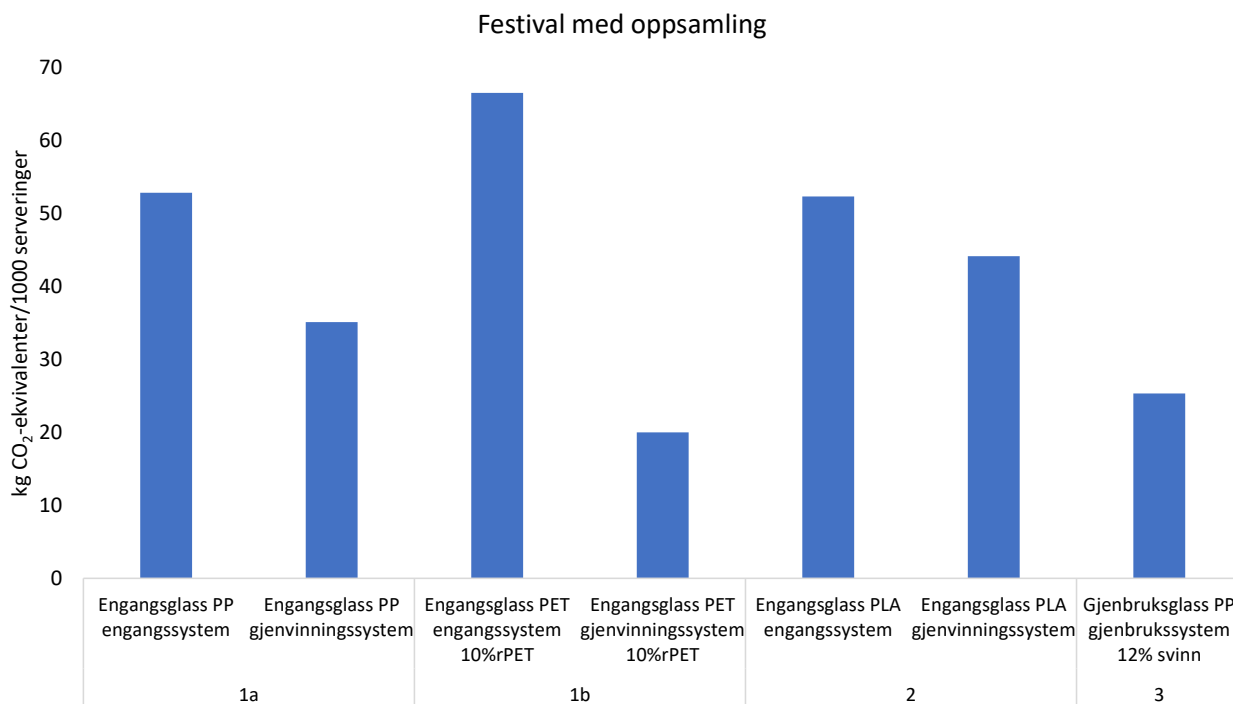
produktet har blitt materialgjenvunnet. Resultater fordelt på livsløpsfasene for hvert alternativ er presentert i Figur 5-4.



Figur 5-4 Klimagassutslipp per livsløpsfase for de fire ølglassalternativene ved bruk av systemutvidelse, festival med ekstra oppsamling.

I likhet med modellering ved bruk av cut-off viser resultatene ved bruk av systemutvidelse at råvareuttak av jomfruelig plast og forbrenning medfører størst belastning. I tillegg viser resultatene at unngåtte utslipp, ved at gjenvunnet plast erstatter jomfruelig plast, også er av stor betydning for gjenvinningssystemene. Forskjellen mellom gevinsten knyttet til erstatning av jomfruelig plast for PP og PET skyldes både at PP har lavere belastning knyttet til råvareuttak og at det er ulik materialgjennvinnings- og erstatningsgrader for bruk av resirkulert materiale for PP og PET, henholdsvis 85% og 98% materialgjennvinningsgrad og 50% og 100% erstatningsgrad (jfr. Beskrivelser i kap.4.1 og 4.2).

Figur 5-5 viser de samme resultatene, men der alle livsløpsfasene er summert sammen til *netto* klimapåvirkning.



Figur 5-5 Netto klimagassutslipp for de fire ølglassalternativene ved bruk av systemutvidelse, festival med ekstra oppsamling.

Resultater for netto klimabelastning viser at engangssystemene har den største påvirkningen med et netto resultat på mellom 67 og 52 kg CO₂-ekvivalenter/1000 serveringer. De to alternativene som har lavest belastning er engangsglass av PET i gjenvinningssystem (20 kg CO₂-ekvivalenter) og gjenbruksglass av PP (25 kg CO₂-ekvivalenter).

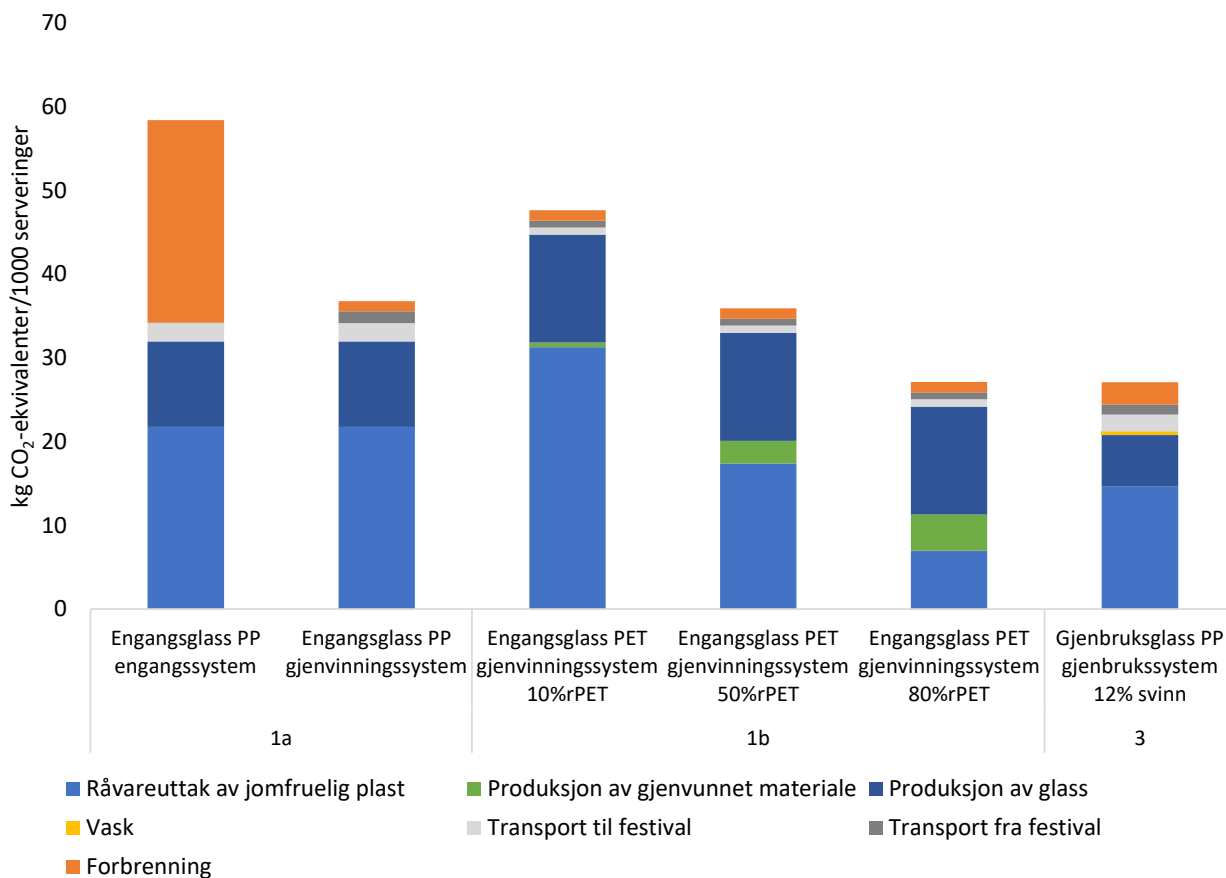
5.2.3 Sensitivitetsanalyser

To ulike aspekter har blitt testet gjennom sensitivitetsanalyse: økt andel gjenvunnet materiale og endring i svinn for gjenbruksglass.

Økt andel gjenvunnet materiale i PET-alternativet

I Figur 5-6 er det inkludert resultater for gjenvinningssystem for engangsglass i PET som inneholder 50 og 80 % gjenvunnet materiale ved bruk av cut-off modellering.

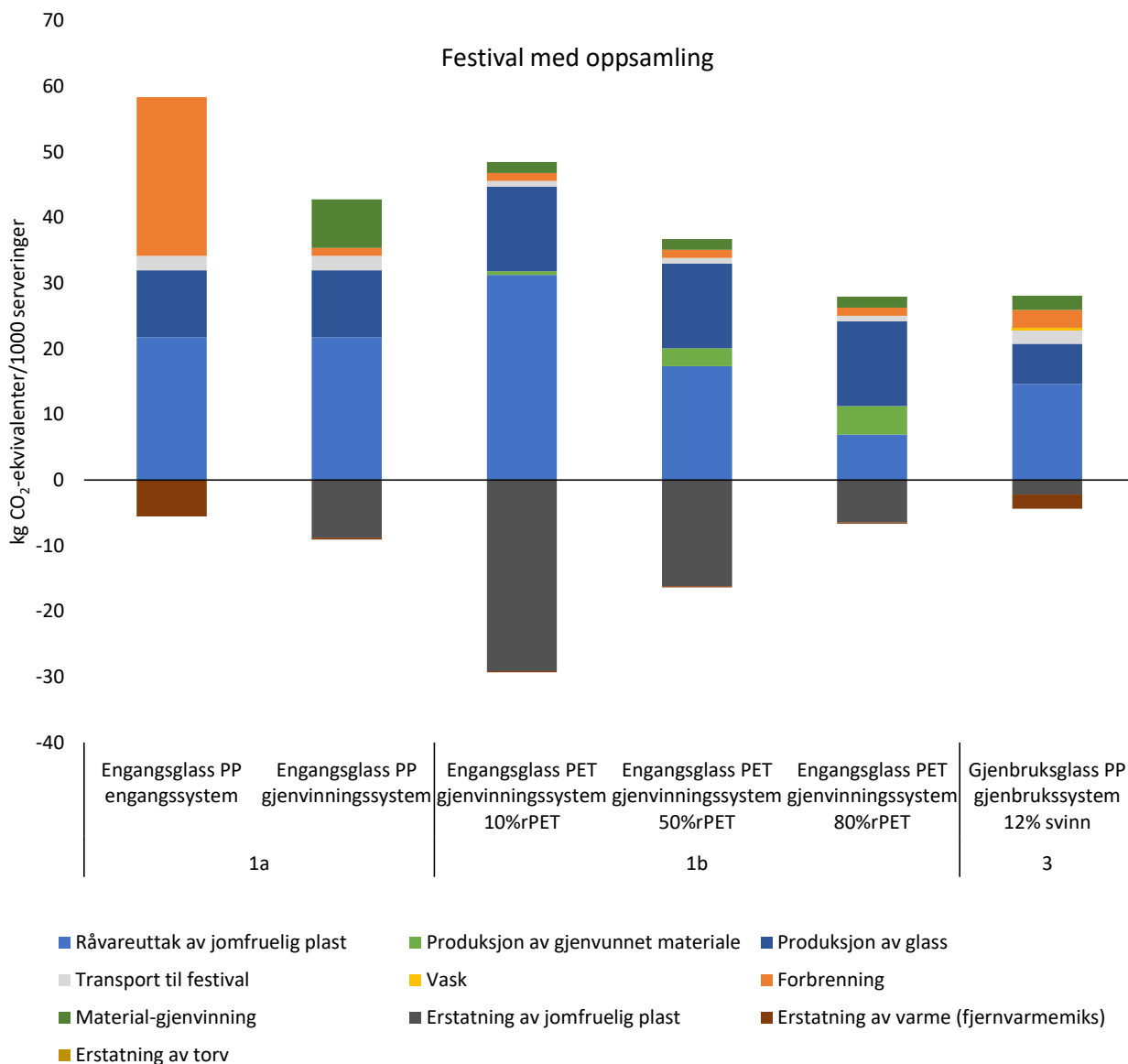
Festival med oppsamling



Figur 5-6 Resultater for økt andel gjenvunnet materiale i PET ved bruk av cut-off, festival med ekstra oppsamling.

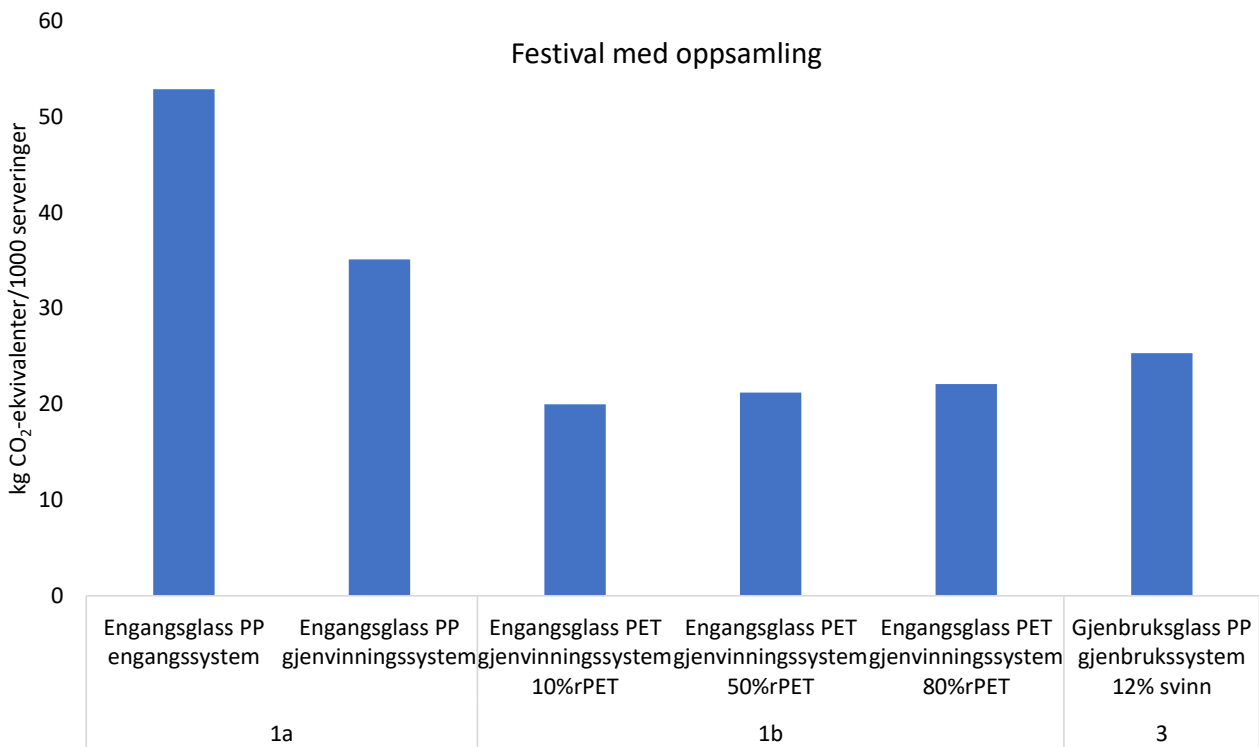
Resultater for bruk av cut-off metoden viser at økt bruk av gjenvunnet materiale gir en betydelig reduksjon i klimapåvirkning, fra 48 kg CO₂-ekvivalenter/1000 serveringer (10% gjenvunnet) til 36 og 27 kg CO₂-ekvivalenter ved bruk av henholdsvis 50% ved 80% gjenvunnet materiale. Figuren viser at bruk av 80% gjenvunnet materiale i PET-alternativet medfører tilnærmet samme resultat som for gjenbruksglass PP.

De samme analysene ved bruk av systemutvidelse fordelt på livsløpsfasene vises i Figur 5-7.



Figur 5-7 Resultater per livsløpsfase for økt andel gjenvunnet materiale i PET ved bruk av systemutvidelse, festival med ekstra oppsamling.

Økt bruk av gjenvunnet materiale gir reduksjon i belastninger fra råvareuttak. Samtidig oppnås en lavere gevinst fordi andelen resirkulert plast i produktet ikke kan erstatte jomfruelig plast etter endt levetid når analysen følger prinsippene til *net scrap approach*. Netto klimapåvirkning (summen av alle livsløpsfasene) er presentert i Figur 5-8.



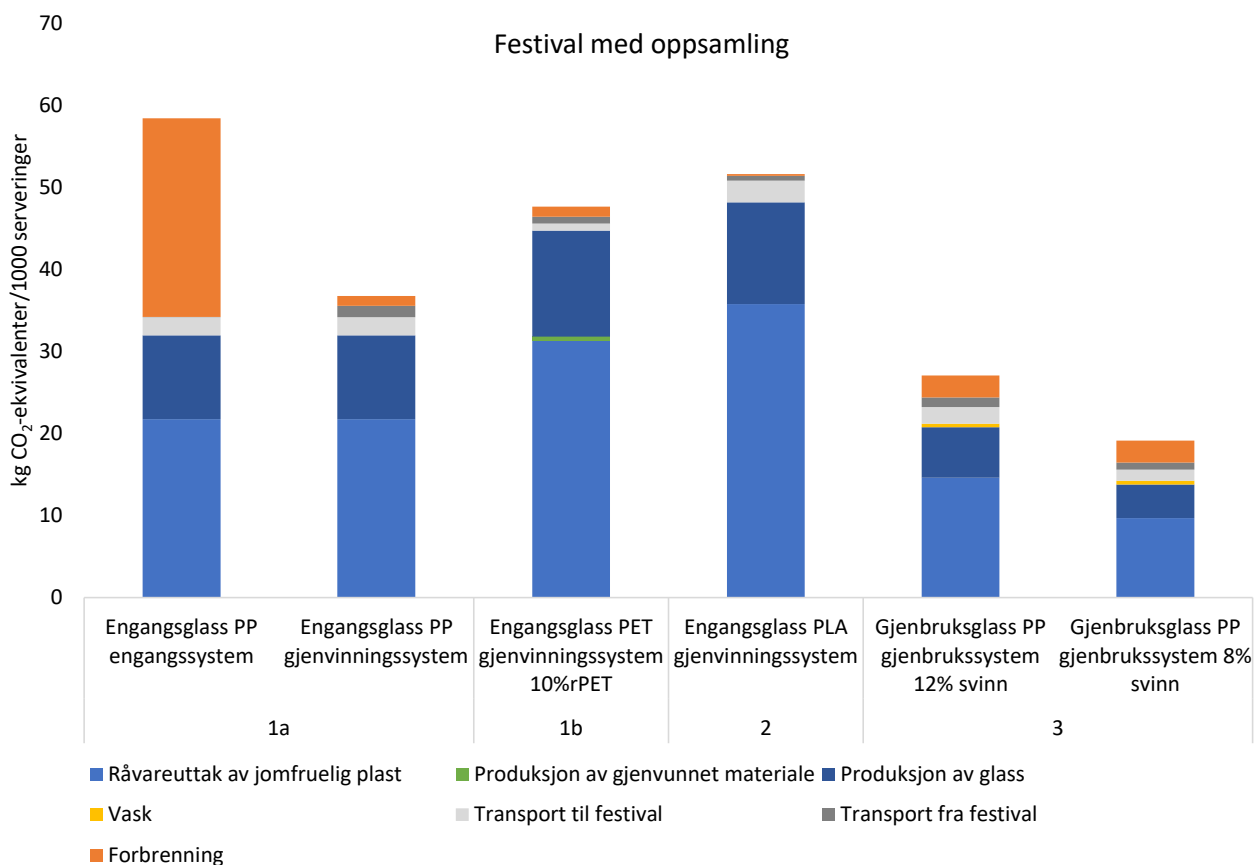
Figur 5-8 Netto klimagassutslipp for økt andel gjenvunnet materiale i PET ved bruk av systemutvidelse, festival med ekstra oppsamling.

Effekten av økt andel gjenvunnet materiale i PET-alternativet medfører både reduserte belastninger og reduserte utslippsbesparelser. Resultatene for PET-systemet er tilnærmet lik for de 3 PET-alternativene ved bruk av systemutvidelse. Årsaken til dette er at i systemer med så høy returgrad, materialgjenvinnings- og erstatningsgrad (hhv 95%, 98% og 100%), blir redusert miljøbelastning ved produksjon av plastglass med høy andel resirkulert materiale tilnærmet «oppveid» av reduserte utslippsbesparelser. «Oppveiningen» skjer fordi man får erstattet jomfruelig materiale tilsvarende andel jomfruelig materiale som inngår i plastglasset, som i dette tilfellet er lavt. Dette medfører at bruk av systemutvidelse gir tilnærmet samme resultat for PET-alternativene med ulik andel gjenvunnet materiale.

Det er viktig å være klar over at modelleringsmetodene cut-off og systemutvidelse medfører ulike resultater som følge av at de favoriserer ulike aspekter ved gjenvinning: Cut-off favoriserer bruk av resirkulert materiale i produktet som analyseres, mens systemutvidelse favoriserer gjenvinning av produktet etter bruk og i hvor stor grad det resirkulerte materialet erstatter jomfruelig materiale (avhengig av kvalitet, svinn i prosessene osv).

Endring i svinn for gjenbruksglass

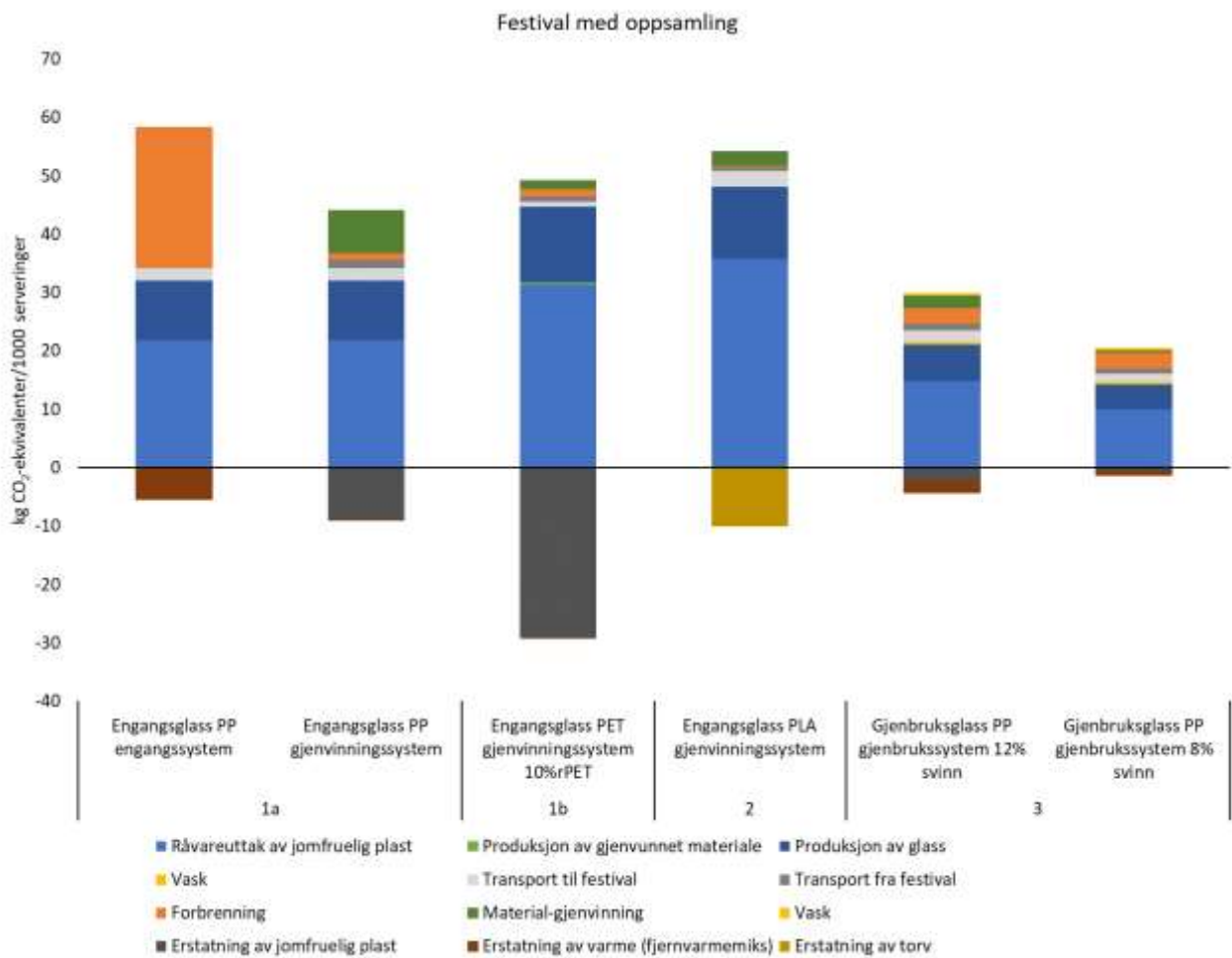
Svinntallene for gjenbruksglass er basert på det første året Øyafestivalen brukte denne løsningen (2019). En del av svinnet skyldte mangel på erfaring med gjenbruksløsningen og det er grunn til å tro at svinnet kan reduseres ved hjelp av bedre planlegging og tilrettelegging. Rene Glass har dessuten oppnådd en svinnpersent på 8% for andre arrangementer, og det er derfor gjennomført en sensitivitetsanalyse med redusert svinnpersent. Et svinn på 8% i gjennomsnitt medfører at 1000 glass ville gitt 12 139 serveringer, at maksimum antall bruk er 60 ganger og at hvert glass i snitt blir brukt 12,1 ganger. Resultatene ved bruk av cut-off modellering er presentert i Figur 5-9.



Figur 5-9 Resultater for redusert svinn for gjenbruksglass ved bruk av cut-off modellering, festival med ekstra oppsamling.

Ved reduksjon fra 12 til 8 % svinn for gjenbruksglass, reduseres utslippene per 1000 halvlitere servert fra 27 til 19 kg CO₂-ekvivalenter. Dette viser at svinnet ved bruk av gjenbruksløsningen er av stor betydning.

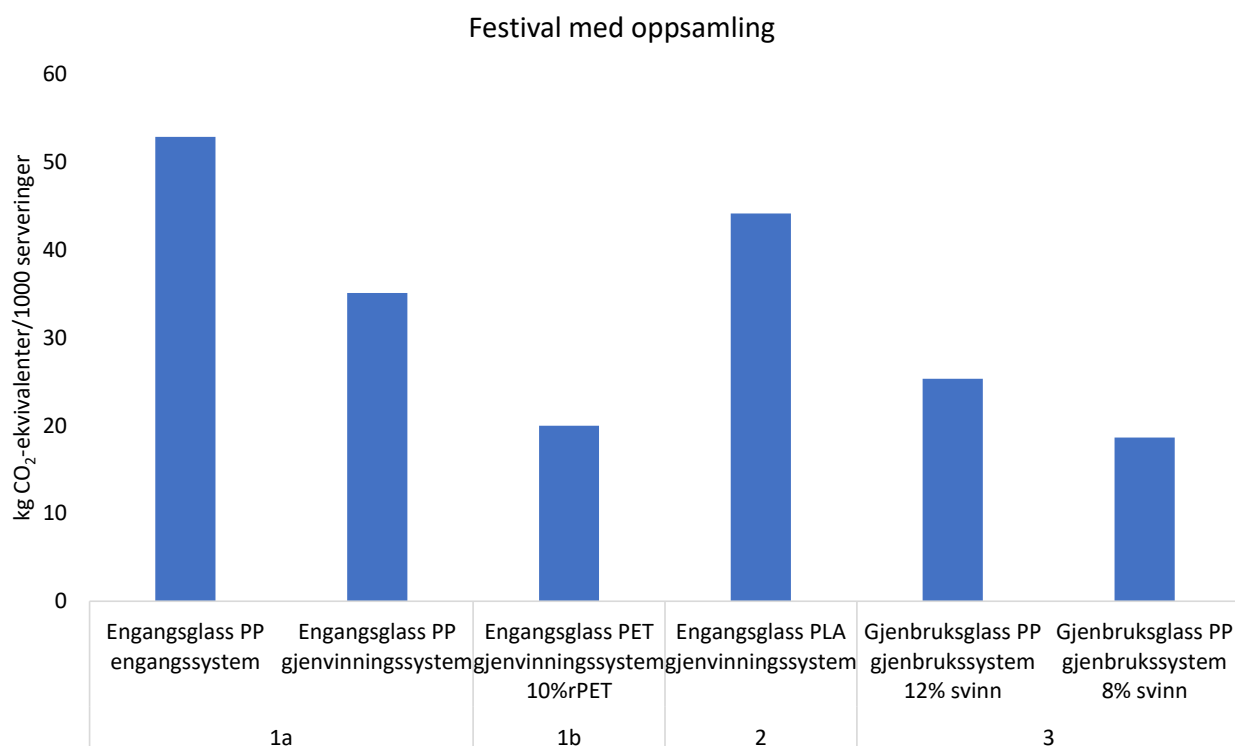
Tilsvarende resultater ved bruk av systemutvidelse fordelt på livsløpsfaser presenteres i Figur 5-10.



Figur 5-10 Resultater per livsløpsfase for redusert svinn av gjenbruksglass ved bruk av systemutvidelse, festival med ekstra oppsamling.

Redusert svinn i gjenbrukssystemet medfører et lavere behov for å produsere nye glass per 1000 serveringer. Dette gir redusert belastning fra råvareuttak. Reduserte utslipp som følge av erstatning av jomfruelig plast reduseres fordi det antas at færre glass går i stykker og går til materialgjenvinning.

Netto klimagassutslipp (summen av alle livsløpsfasene) presenteres i Figur 5-11.



Figur 5-11 Netto klimagassutslipp per livsløpsfase for redusert svinn av gjenbruksglass ved bruk av systemutvidelse, festival med ekstra oppsamling.

Dette viser at en nedgang fra 12% svinn til 8% svinn medfører en reduksjon fra 26 kg CO₂-ekvivalenter/1000 serveringer til 19 kg CO₂-ekvivalenter. Resultatene blir da tilnærmet like PET-alternativet.

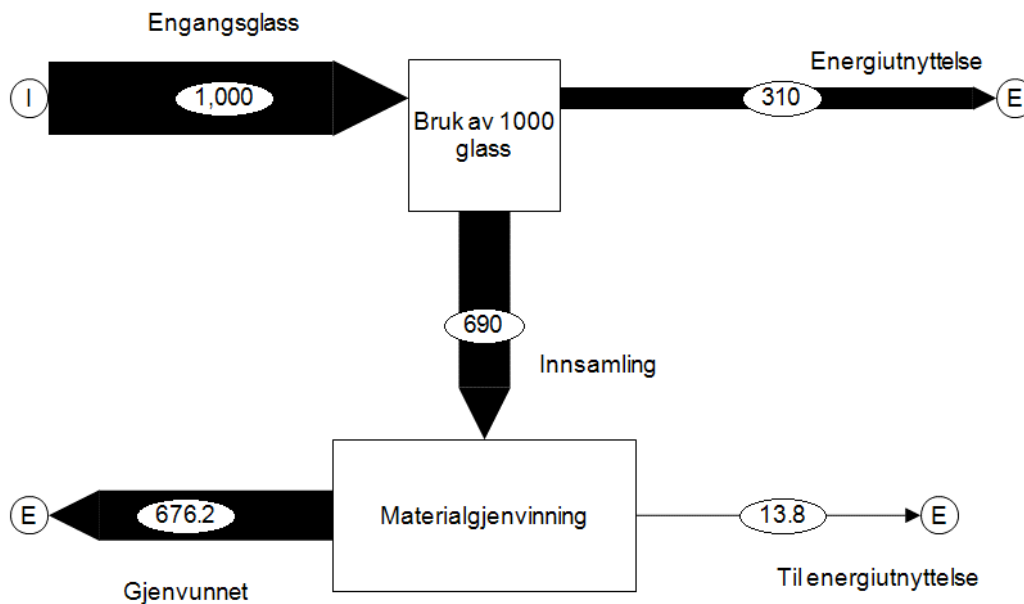
Resultater for økt andel svinn er presentert i Kapittel 6 for festivaler uten oppsamling.

6 Resultater for festivaler uten oppsamling

Dette kapittelet presenterer resultater for festivaler som ikke har oppsamling (frivillige som plukker søppel på festivalområdet og kildesorterer avfallet). For denne typen arrangementer antas det at returgraden tilsvarer kun innsamlingsgraden (se Tabell 2-2) og andelen svinn i systemet er derfor høyere enn hos festivaler med oppsamling.

6.1 Massestrøm og forsøplingspotensial

Det er utfordrende å forutse forsøplingspotensialet for ulike ølglassløsninger. Massestrømmen og svinnet knyttet til ulike systemer kan likevel identifisere hvilke løsninger som innebærer mest risiko for forsøpling. Nedenfor vises massestrømmen for engangsglass med gjenvinningsystem (Figur 6-1) og gjenbruksglass (Figur 6-2).

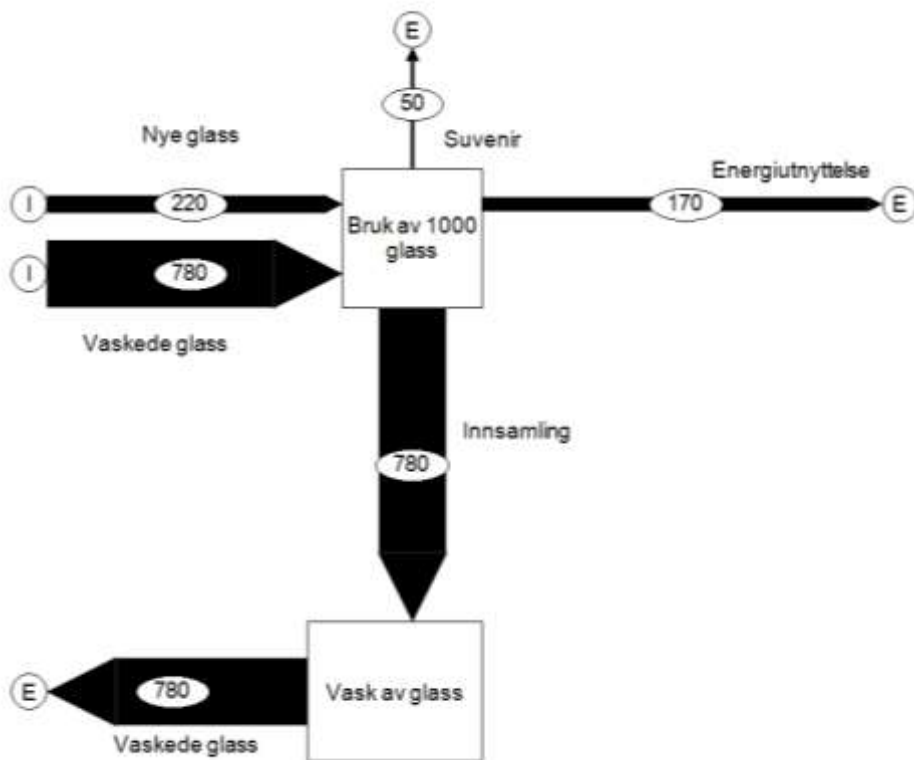


Figur 6-1 Engangsglass med gjenvinningsystem på festival uten oppsamling

Som vist i Figur 6-1 antas det at 69% av engangsglassene samles inn fra publikum (enten fra de som har konsumert drikken eller andre på festivalområdet). De øvrige 31% er dermed svinn og antas å havne i restavfallet. Av denne mengden er det en risiko for at en viss andel ikke avhendes på riktig måte, men havner på bakken på festivalområdet.

de Sadeleer et al. (2020) definerte en grunnrate for forsøpling for ulike typer produkter og en rekke modifierende forsøplingsfaktorer. Av disse faktorene er det to som kan være relevante for ølglass på festival: *påstått biologisk nedbrytbarhet og sannsynlige ødeleggelser.*

Det er intuitivt å tenke at biologisk nedbrytbare produkter er mer sårbare for forsøpling enn ikke nedbrytbare, når alle andre faktorer er uendret. Dette skyldes at man kan risikere at publikum tror at forsøpling av biologisk nedbrytbare produkter gir mindre miljøkonsekvenser enn forsøpling av noe som ikke er nedbrytbart. Denne hypotesen er imidlertid lite dokumentert i forskningslitteraturen. Det ansees i denne studien som lite sannsynlig at bruk av nedbrytbare glass medfører økt forsøpling, da de ulike engangsglassene ser relativt like ut og at de har samme incentivordning for å returnere ølglassene (pant).



Figur 6-2 Gjenbruksglass per 1000 serveringer for festival uten oppsamling

Festivaler som ikke har oppsamling, men som benytter gjenbruksglass antas å ha en innsamlingsgrad på 78%. Det antas at 5 % tas med hjem som suvenir og at de resterende 17% ender opp som svinn, havner i restavfallet og blir sendt til energiutnyttelse. For andelen svinn er det en risiko for at dette ender opp som forsøpling på festivalområdet. Dette gjelder spesielt de 5 % som ble estimert som ødelagt for festivaler med oppsamling. Det diskuteres kvalitativt i litteraturen at det kan antas at et ødelagt produkt har en høyere sannsynlighet for forsøpling enn et intakt produkt. For et ølglass er det tenkelig at det risikoen er større for at ikke publikum avhender et knust ølglass på riktig måte både fordi det er mer sannsynlig at biter av et ødelagt glass mistes på bakken og fordi et ødelagt produkt ansees som mindre verdifull av forbruker.

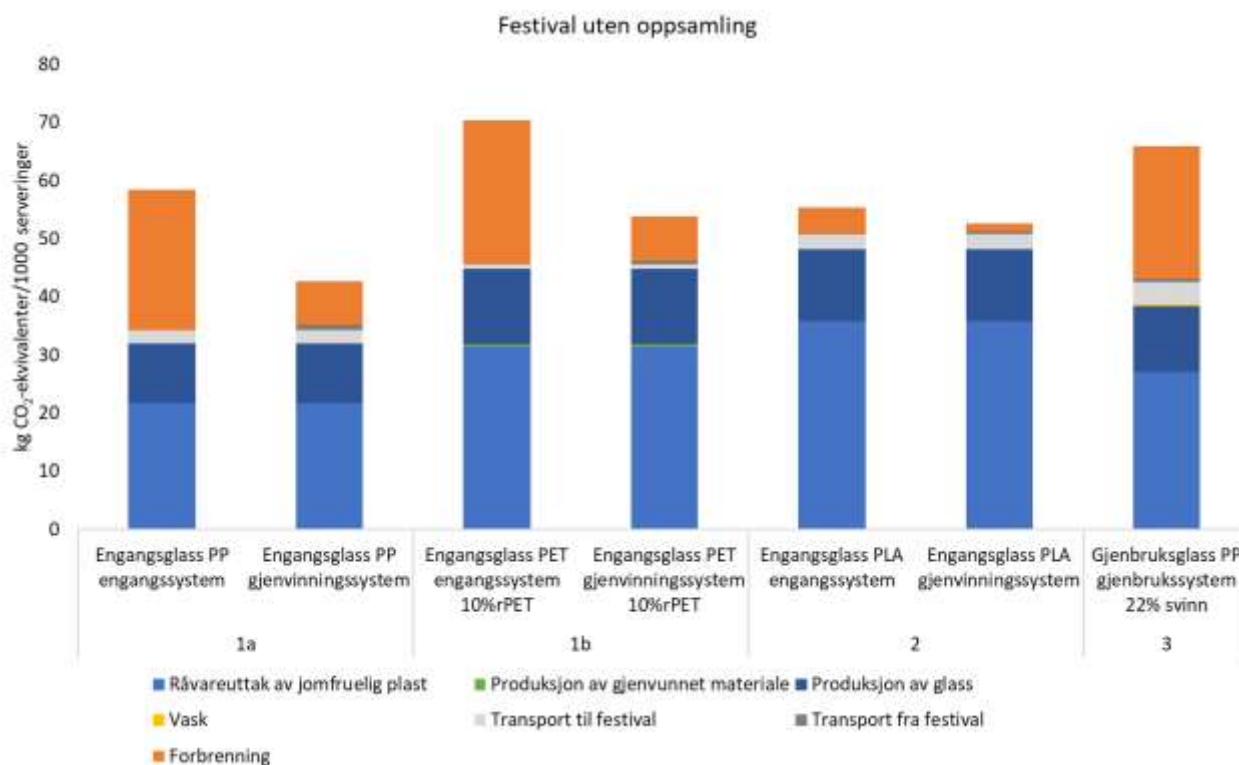
Gjenbruksglassene er mer robuste enn engangsglass, og det kan derfor tenkes at det kan føre til mindre grad av forsøpling siden de ikke ødelegges like fort. Samtidig har gjenbruksglassene en høyere vekt enn engangsglassene, noe som fører til en større mengde forsøpling per glass.

Massestrømsanalysene for festivaler med og uten oppsamling viser at festivaler som ikke har oppsamling har en betydelig andel svinn i form av ølglass som havner i restavfallet. Dette medfører en økt risiko for forsøpling på festivalområdet sammenliknet med festivaler som ikke har oppsamling. Det kan dermed konkluderes med at innsamlings- og oppsamlingssystemene på festivalen, inkludert incentivordninger for å levere inn ølglassene påvirker risikoen for forsøpling mer enn hvilken ølglassløsning som velges.

6.2 Klimagassutslipp

6.2.1 Cut-off/recycled content

Potensiell påvirkning på klimaeffekt for festivalen uten oppsamling når modelleringsmåten cut-off/recycled content benyttes er presentert i Figur 6-1. Engangssystemer er inkludert som referanse.

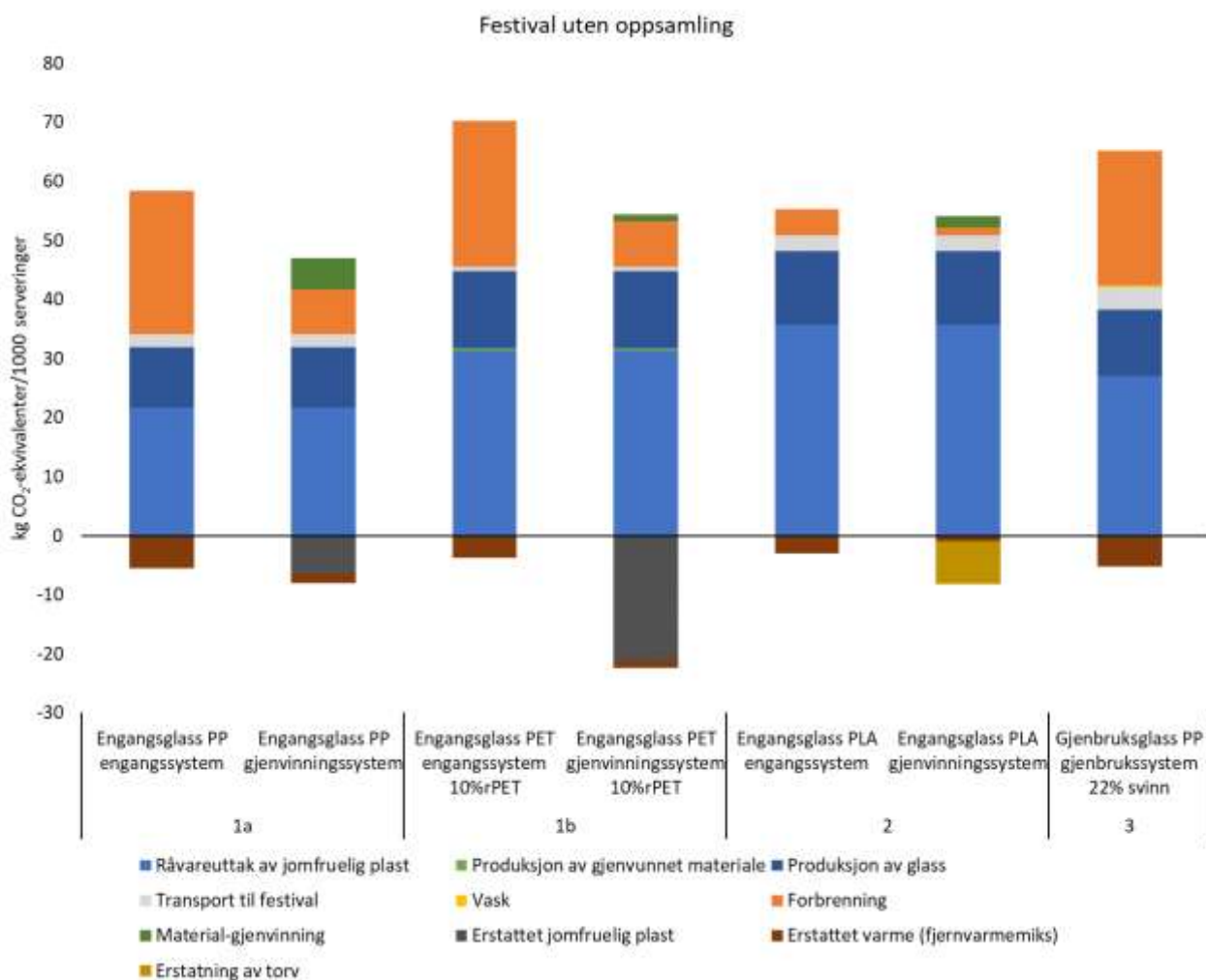


Figur 6-3 Klimapåvirkning for de fire ølglassalternativene ved bruk av cut-off modellering, festival uten ekstra oppsamling.

Resultatene viser at det er mindre forskjell mellom engangssystem og gjenbrukssystem for en festival uten oppsamling enn en festival med oppsamling. Dette skyldes en høyere svinnprosent. Alternativet som gir lavest klimabelastning er engangsglass av PP med gjenvinningsystem. En festival som i dag benytter engangsglass av PP og ikke har noe gjenvinningsystem kan redusere utslippene per 1000 serveringer med 16 kg CO₂-ekvivalenter som tilsvarer en reduksjon på 27 %. Gjenbruksglass har en relativt høy belastning ved høy svinnprosent fordi hvert glass har en betydelig høyere vekt enn de andre alternativene, noe som gjør at en relativt stor mengde plast brennes ved energiutnyttelse når svinnet er høyt.

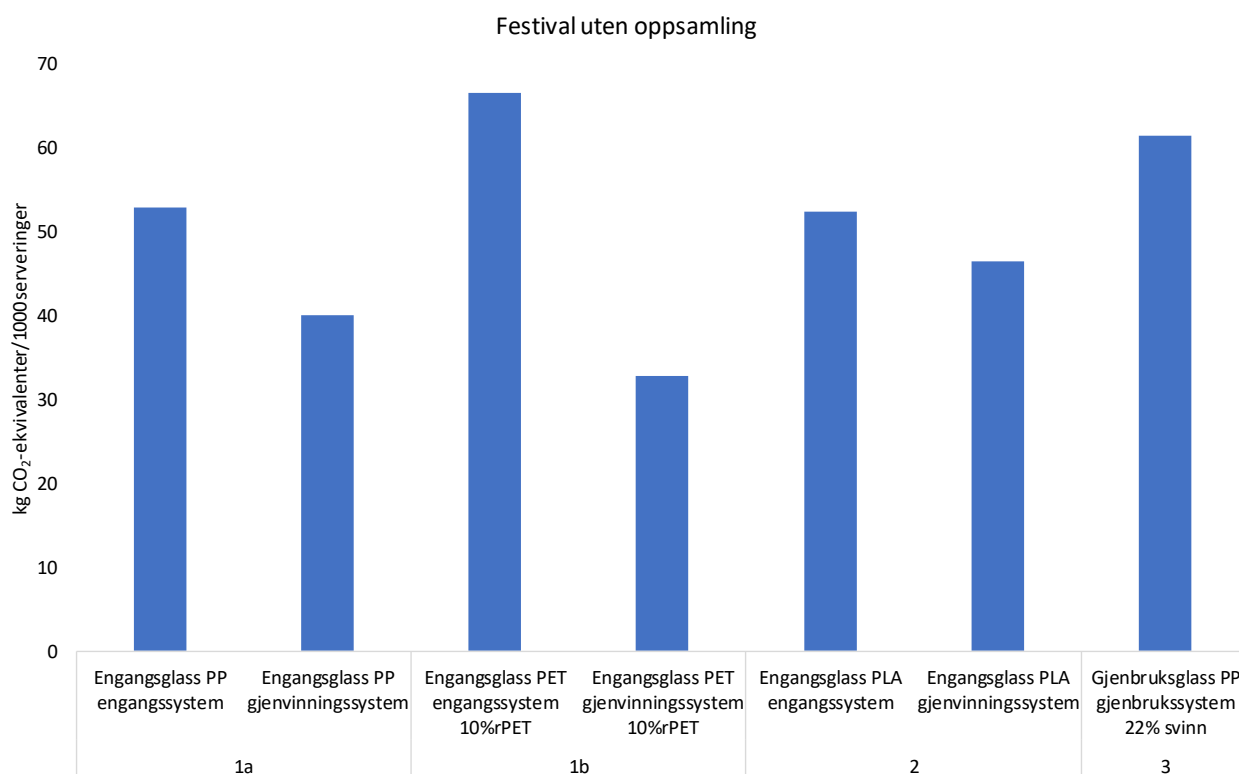
6.2.2 Systemutvidelse/EoL-modellering

Figur 6-4 viser potensiell påvirkning på klimaeffekt per livsløpsfase for ølglassalternativene for festivaler uten oppsamling, når modelleringsmåten systemutvidelse benyttes.



Figur 6-4 Klimapåvirkning fordelt på livsløpsfasene for de ulike ølglassalternativene ved bruk av systemutvidelse, festival uten ekstra oppsamling.

Råvareuttak av jomfruelig plast og forbrenning representerer livsløpsfasene som bidrar med størst belastning. Unngåtte utslipp ved at gjenvunnet plast erstatter jomfruelig plast er også av betydning for gjenvinningssystemene, spesielt for PET-alternativet. Ved 22% svinn har alternativet for gjenbruksglass like stor belastning fra forbrenning som engangssystemene. Dette skyldes at gjenbruksglassene har en større vekt, noe som gir høyere utslipp per glass som går til energiutnyttelse. Netto resultater for systemutvidelse, der alle livsløpsfasene er summert, vises i Figur 6-5.



Figur 6-5 Netto klimapåvirkning for de ulike ølglassalternativene ved bruk av systemutvidelse, festival uten ekstra oppsamling.

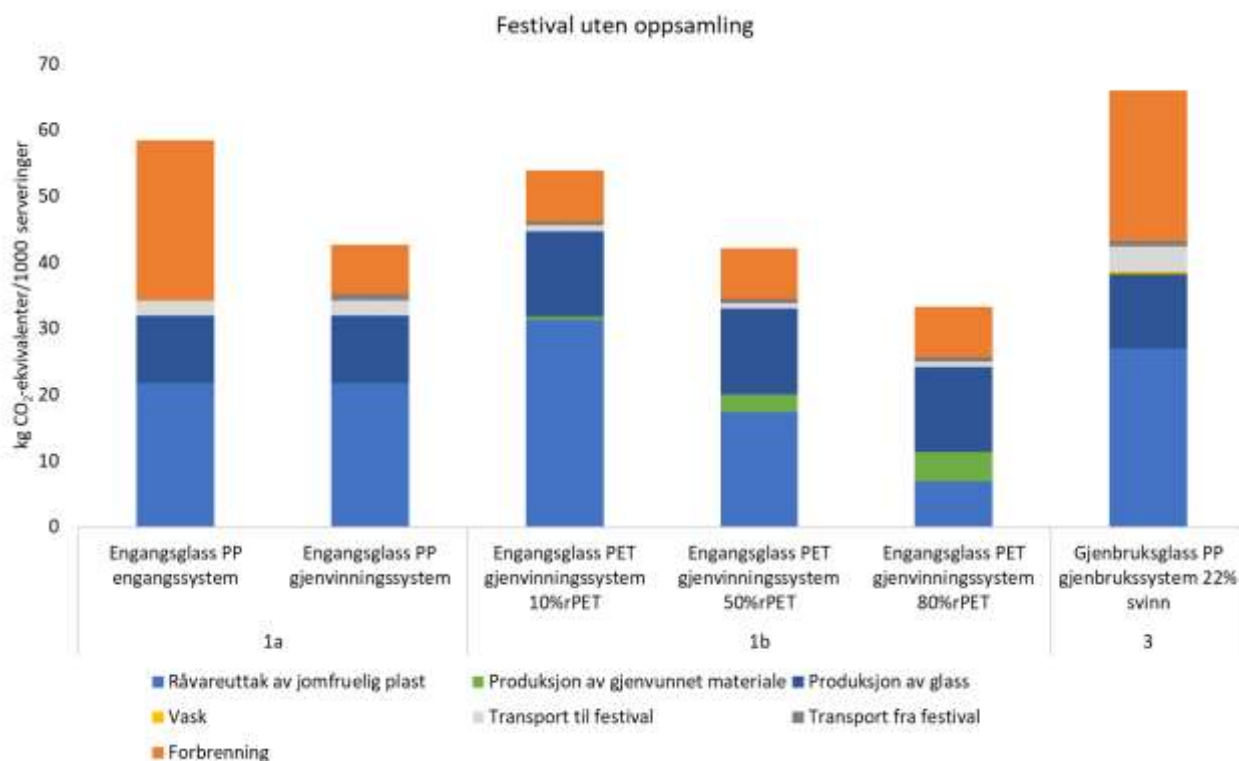
Resultatene ved bruk av systemutvidelse viser samme trend som for modellering ved hjelp av cut-off. For festivaler uten oppsamling og dermed høy svinnprosent har gjenbruksløsningen en høy belastning. Dette skyldes i hovedsak at glassene har en høyere vekt enn de andre løsningene, og belastningene knyttet til råvareuttak og forbrenning av ølglassene når de ender opp i restavfallet blir dermed relativt høye. Engangssystemene har en høyere belastning enn gjenvinningssystemene.

6.2.3 Sensitivitetsanalyser

For festivaler uten oppsamling er det gjort sensitivitetsanalyser for to ulike aspekter: økt andel gjenvunnet materiale i PET-alternativet og en undersøkelse av hvilken svinnprosent som må oppnås for at gjenbruksglass skal være den beste løsningen.

Økt andel gjenvunnet materiale i PET-alternativet

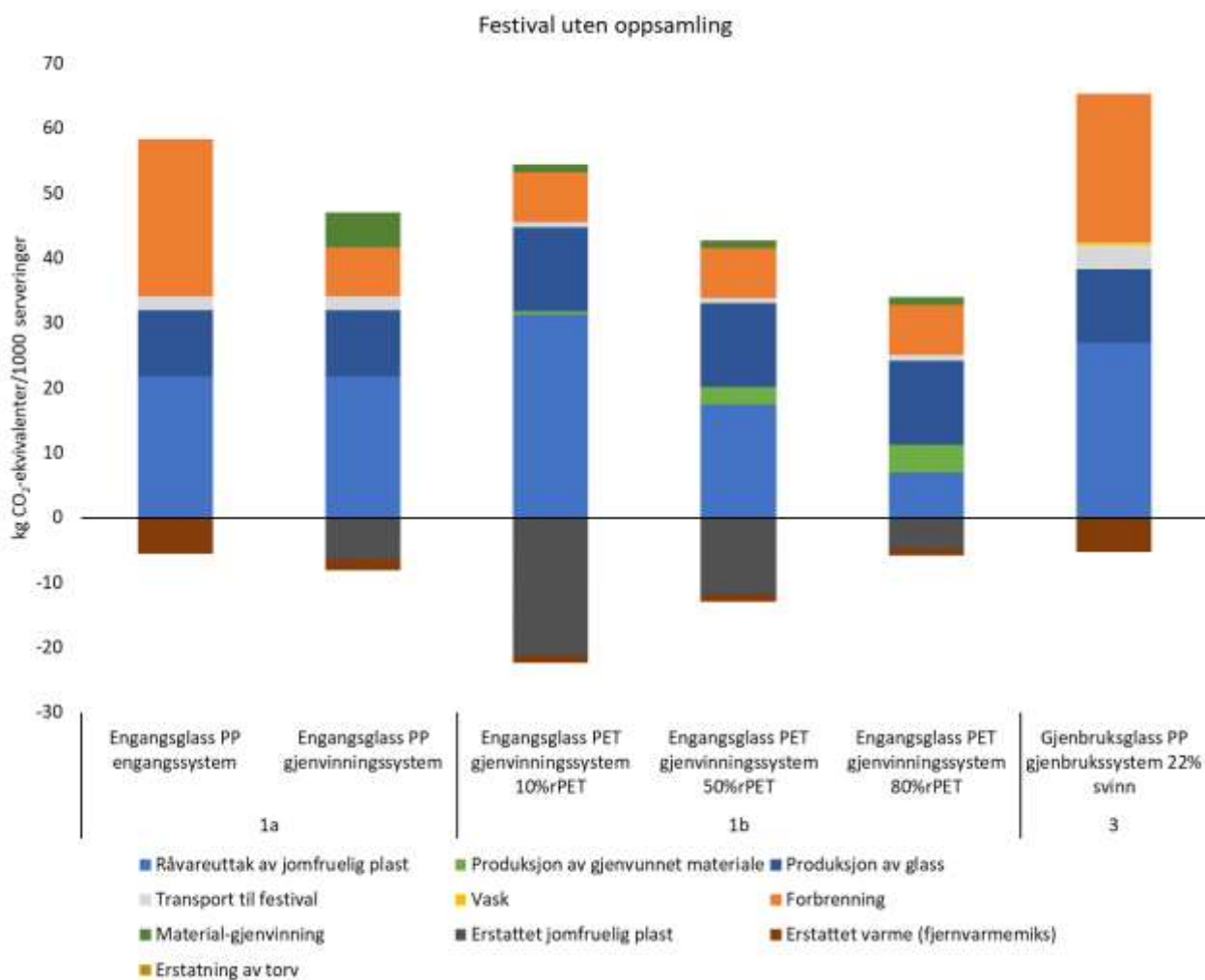
Resultatene for økt andel gjenvunnet materiale i PET-alternativet ved bruk av cut-off metoden presenteres i Figur 6-6.



Figur 6-6 Resultater for økt andel gjenvunnet materiale i PET ved bruk av cut-off, festival uten ekstra oppsamling.

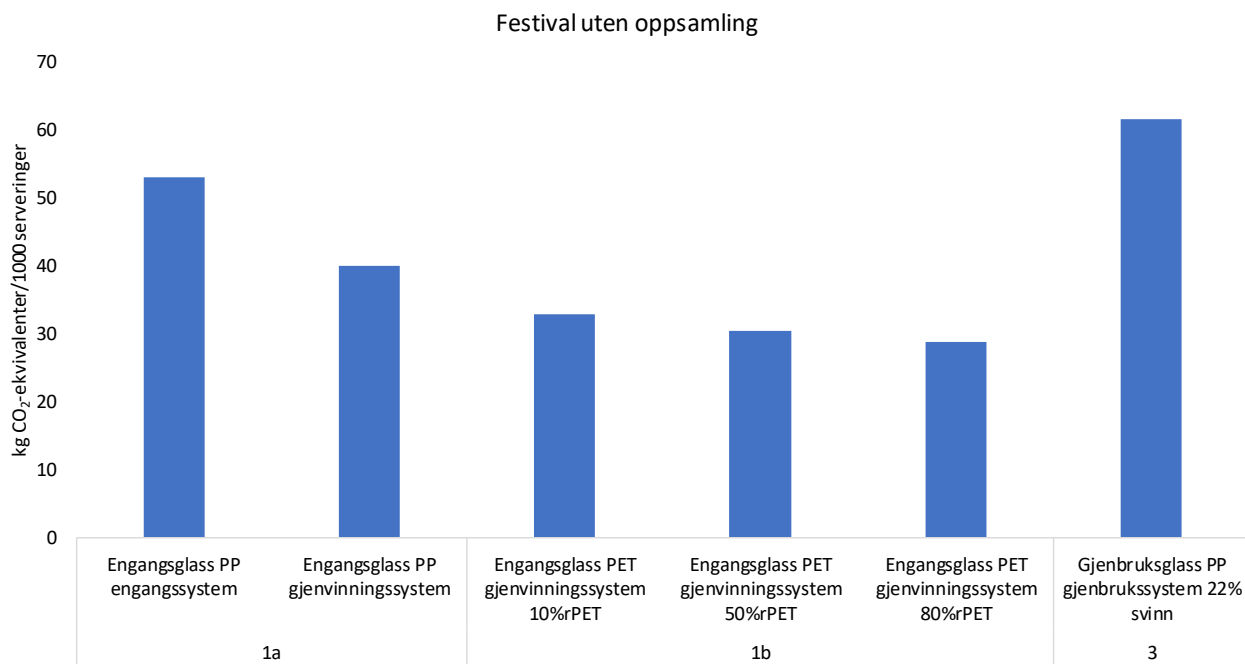
Ved økt andel resirkulert materiale fra 10 % til 50 og 80 % reduseres utslippene per 1000 serveringer fra 54 kg CO₂-ekvivalenter til henholdsvis 42 og 33 kg CO₂-ekvivalenter. Ved å gå fra den vanligste løsningen i dag, som er engangsglass i PP uten gjenvinningsystem, til engangsglass produsert med 80% resirkulert PET med pantssystem, kan utslippene reduseres med 25 kg CO₂-ekvivalenter/1000 serveringer. Dette tilsvarer en reduksjon på 43 %.

Tilsvarende analyse ved bruk av systemutvidelse presenteres i Figur 6-7, fordelt på livsløpsfaser.



Figur 6-7 Resultater per livsløpsfase for økt andel gjenvunnet materiale i PET ved bruk av systemutvidelse, festival uten ekstra oppsamling.

I likhet med festivaler med oppsamling viser analysene for festivaler uten oppsamling at økt bruk av gjenvunnet materiale gir reduksjon i belastninger fra råvareuttak samtidig som det oppnås en lavere gevinst knyttet til å erstatte jomfruelig plast. Netto klimapåvirkning (summen av alle livsløpsfasene) er presentert i Figur 6-8.

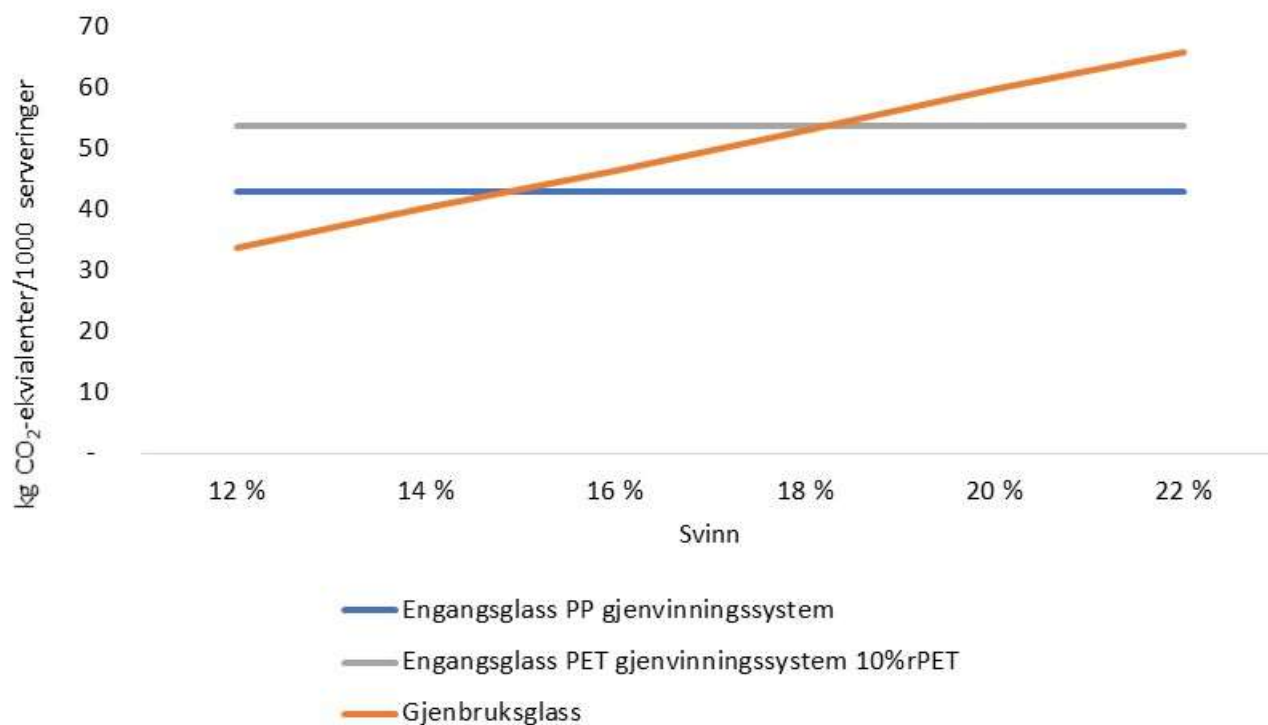


Figur 6-8 Netto resultater for økt andel gjenvunnet materiale i PET ved bruk av systemutvidelse, festival uten ekstra oppsamling.

Ved bruk av systemutvidelse og net-scrap approach-prinsippet gir bruk av engangsglass av PET i et gjenvinningssystem den laveste klimapåvirkningen for festivaler uten oppsamling (returgrad på 69%). Andelen gjenvunnet materiale påvirker ikke resultatene i betydelig grad når man bruker denne modelleringsmåten.

Hvor lavt må svinnet være for at gjenbrukssystem er den beste løsningen for festivaler uten oppsamling?

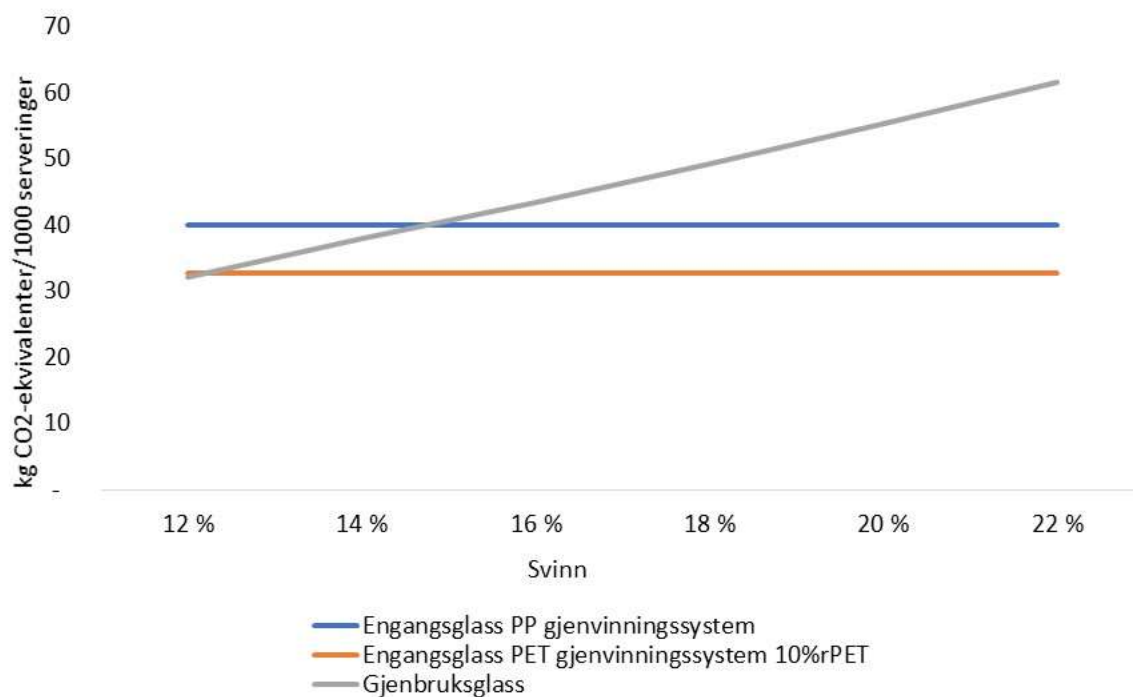
Figur 6-9 presenterer resultater for gjenbruksglass ved bruk av cut-off metoden med ulikt svinn, sammenliknet med engangsglass PP med gjenvinningssystem og engangsglass PET som referanse.. Svinnetprosenten til gjenbrukssystemene er beholdt konstant i denne sammenlikningen.



Figur 6-9 Sensitivitetsanalyse for svinn av gjenbruksglass ved bruk av cut-off

Resultatene viser at svinnprosenten må være under 15 for at gjenbruksløsningen skal være bedre enn engangsglass PP med gjenvinningssystem ved bruk av denne modelleringsmåten. I tillegg viser resultatene at svinnprosenten til gjenbruksglass må være under 18 for å være bedre enn engangsglass PET med gjenvinningssystem, ved bruk av cut-off modellering.

Tilsvarende resultater vises ved bruk av systemutvidelse som modelleringsmåte i Figur 6-10.



Figur 6-10 Sensitivitetsanalyse for svinn av gjenbruksglass ved bruk av systemutvidelse

Resultatene viser at svinnprosenten må være under 15 for at gjenbruksløsningen skal være bedre enn engangsglass PP med gjenvinningssystem. Gjenbruksglass er bedre enn engangsglass PET med gjenvinningssystem når svinnnet er under 12% ved bruk av systemutvidelse.

7 Litteraturgjennomgang

En litteraturstudie om LCA av ulike glasstyper har blitt gjennomført i prosjektet for å sette våre resultater i en større kontekst samt sammenlikne resultatene mot tidligere analyser. Dette kapitlet beskriver hovedfunnene av gjennomgangen, samt parameterne som blir brukt i de ulike studiene.

Potting and van der Harst (2015) sammenliknet tre ulike engangsglass nemlig PS, PLA og papp laminert med PLA og et gjenbruksglass. Konklusjonene til studien viser at det ikke er mulig å fremheve et av alternativene basert på deres miljøprestasjon:

Impact results for each disposable cup show large and overlapping spreads. This prevents identifying a preferable disposable cup material, though still allows cautious preferences about waste treatment processes. Composting biocups is less good than other waste treatment processes. Average impact results for anaerobic digestion perform in almost all impact categories better than incineration for the PLA cup. Average impact results for recycling perform slightly better than incinerating for both biocups, but not for the PS cup. This comparison is affected, however, by the relatively large credits for avoided Dutch electricity production. Impact results for reusable cups do not perform better than disposable cups if both are used once. Impact results for the reusable cups contain large uncertainty due to widely varying user behavior.

Garrido and Alvarez del Castillo (2007) målet med studien var å finne antall ganger et gjenbruksglass måtte brukes for at dens miljøfotavtrykk skal være lavere enn for et engangsglass – som viste seg å være 10. Den funksjonelle enheten var 1000 liter servert drikke.

Vercalsteren et al. (2010) sammenlignet fire ulike glass: et gjenbruksglass av polykarbonat, et engangsglass av PP, et engangsglass av PLA og et engangsglass av papp med et PE lag. Den funksjonelle enheten var 100L øl servert:

Based on practical experiences combined with literature research, a trip rate was defined for small- and large-scale events, respectively. A sensitivity analysis was performed on this parameter, as it was very much discussed. Based on these comparisons, it was not possible to make a straightforward conclusion for the selection of the most favourable cup system with regard to the environment.

8 Konklusjon og anbefalinger

Rapporten har vurdert de to miljøutfordringene klimagassutslipp og forsøplingspotensiale. For beregning av klimagassutslipp er det benyttet livsløpsmetodikk (LCA). Det finnes per i dag flere måter å modellere gjenvinningsystemer på i LCA. For å sikre robuste resultater er det benyttet to ulike modelleringsmåter som representerer to ulike perspektiver: Cut-off favoriserer bruk av resirkulert materiale i produktet som analyseres, mens systemutvidelse favoriserer gjenvinning av produktet etter bruk og i hvor stor grad det resirkulerte materialet erstatter jomfruelig materiale (avhengig av kvalitet og svinn).

For forsøplingspotensiale er det gjennomført en litteraturgjennomgang og en kvalitativ vurdering.

Festivaler som per i dag ikke har et retursystem

Resultatene viser at det oppnås en betydelig klimagevinst hvis festivaler som per i dag har et engangssystem innfører et innsamlingssystem og sender glassene til materialgjenvinning, for eksempel gjennom en panteordning. Ved overgang fra engangssystem til gjenbrukssystem kan det oppnås en reduksjon av klimagasser på 24 % eller 27% per servering (avhengig av modelleringsmåte) dersom utsorteringsgraden er på 69 %. Gevinsten er i hovedsak knyttet til to faktorer:

- Redusert mengde plast som brennes (energiutnyttelse)
- Mengden resirkulert plast som kan erstatte jomfruelig plast etter bruk

Det kan oppnås ytterligere utslippsreduksjoner dersom man velger ølgass av PET med høyt innhold av resirkulert materiale.

Festivaler som har innsamling og ekstra oppsamling

Festivaler som i tillegg til et innsamlingssystem har frivillige som bidrar til å øke returgraden gjennom å plukke søppel på festivalområdet og kildesortere avfallet kan antas å ha et betydelig høyere returgrad enn de som ikke har det.

Løsningene som gir best resultat når man ser på resultatene fra begge modelleringsmåtene er gjenbruksglass eller engangsglass av PET med gjenvinningsystem som inneholder minst 80% gjenvunnet materiale.

Det understrekes at disse resultatene forutsetter at det ikke oppstår svinn hos den som drifter gjenbrukssystemet utover det som tapes på arrangementene.

Festivaler som har innsamling uten ekstra oppsamling

For festivaler uten oppsamling oppnås en betydelig lavere innsamlingsgrad.

Dette medfører at de beste løsningene er engangsglass PP eller engangsglass PET med gjenvinningsystem som inneholder minimum 50% resirkulert materiale hvis man ser på resultatene fra begge modelleringsmåtene.

Gjenbruksløsning får et dårligere resultat enn del andre alternativene når svinnet er på 22%. Dette kommer av at høy innsamlings- og oppsamlingsgrad er enda viktigere for klimapåvirkningen for gjenbruksglass, som er tykkere og dermed består av mer plast, enn for engangsglass. Årsaken til dette er at samme svinnprosent av ølglass i de to systemene gir større tap av plast for gjenbruksglass, noe som medfører både høyere forbrenningsutslipp og behov for mer plast inn i systemet sammenlignet med engangsglass.

Sensitivitetsanalysene viste at svinnprosenten for gjenbruksløsningen må være under 15 for at den skal være bedre enn engangsglass PP med gjenvinningssystem.

Sensitivitetsanalysene viste at svinnprosenten må være under 18 for å være bedre enn engangsglass PET med gjenvinningssystem ved bruk av cut-off-modellering og under 12% ved bruk av systemutvidelse.

Forsøplingspotensial

Av faktorene som er kartlagt i litteraturen som kan øke risikoen for forsøpling er det *påstått biologisk nedbrytbarhet* og ødelagt produkt som ble identifisert som relevante for ølglassløsningene. De kvalitative vurderingene av forsøpling basert på massebalanser viser imidlertid at det sannsynligvis har større betydning hvilken system festivalen har (innsamling og oppsamling) enn hvilken ølglassløsning som velges. Festivaler med oppsamling, det vil si festivaler som har frivillige som bidrar med å plukke søppel og kildesortere restavfallet, kan antas å ha en svært liten risiko for forsøpling fordi det oppnås en høy returgrad.

Anbefalinger til bransjen

En av de viktigste faktorene knyttet til redusert miljøbelastning som er identifisert i denne studier er svinn. Det anbefales derfor at festivaler som ønsker å redusere sin miljøbelastning etablerer gode systemer for innsamling av ølglass og kvantifiserer svinn og returgrad (innsamlingsgrad og oppsamlingsgrad), uavhengig av hvilken ølglassløsning de velger. Ved å følge utviklingen av svinn og returgrad over tid og ved hjelp av erfaringsutveksling på tvers av festivaler og arrangementer, er det sannsynlig at de viktigste tiltakene for å redusere svinn og økt returgrad kan identifiseres.

For festivaler som velger gjenvinningssystem er det viktig å jobbe for å oppnå en så høy returgrad som mulig. Miljøbelastningen kan reduseres ytterligere ved å etterspørre resirkulert materiale i gjenbruksglassene.

For festivaler som velger gjenbrukssystem vil det også være viktig å jobbe for å oppnå en høy returgrad og å følge opp at det ikke forekommer svinn hos leverandør av glass. Det kan også være aktuelt å etterspørre gjenbruksglass som består av gjenvunnet materiale for å redusere miljøbelastningene ytterligere.

Returgrader og svinn i analysen er basert på erfaringstall fra Øyafestivalen med gitte pante- og gebyrsatser. Det er ikke vurdert hvordan endret pante- eller gebyrsats vill påvirke resultatene.

Det understrekes dessuten at vurderingene i denne rapporten utelukkende er knyttet til *miljøpåvirkning* i form av klimagassutslipp og forsøpling. Når en festival skal ta en beslutning om hvilken ølglassløsning de skal velge, vil det være nødvendig å se resultatene i sammenheng med andre aspekter som økonomi og praktiske forhold.

9 Referanser

- ALLACKER, K., MATHIEUX, F., MANFREDI, S., PELLETIER, N., DE CAMILLIS, C., ARDENTE, F. & PANT, R. 2014. Allocation solutions for secondary material production and end of life recovery: Proposals for product policy initiatives. *Resources, Conservation and Recycling*, 88, 1-12.
- ALLACKER, K., MATHIEUX, F., PENNINGTON, D. & PANT, R. 2017. The search for an appropriate end-of-life formula for the purpose of the European Commission Environmental Footprint initiative. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22, 1441-1458.
- BEIGBEDER, J., SOCCALINGAME, L., PERRIN, D., BÉNÉZET, J.-C. & BERGERET, A. 2019. How to manage biocomposites wastes end of life? A life cycle assessment approach (LCA) focused on polypropylene (PP)/wood flour and polylactic acid (PLA)/flax fibres biocomposites. *Waste Management*, 83, 184-193.
- BERGSMA, G. & SEVENSTER, M. 2013. End-of-life best approach for allocating recycling benefits in LCAs of metal packaging.
- BSI 2011. PAS 2050:2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards Institution.
- CEN 2019. EN 15804:2012+A2:2019 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products. Brussels, Belgium: European Committee for Standardization.
- EKVALL, T., BJÖRKLUND, A., SANDIN, G. & JELSE, K. 2020. Modeling recycling in life cycle assessment. Swedish Life Cycle Center, Chalmers University of Technology Report no 2020.xx (DRAFT May 2020).
- GARRIDO, N. & ALVAREZ DEL CASTILLO, M. D. 2007. Environmental evaluation of single-use and reusable cups. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 12, 252-256.
- HERMANN, B. G., DEBEER, L., DE WILDE, B., BLOK, K. & PATEL, M. K. 2011. To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment. *Polymer Degradation and Stability*, 96, 1159-1171.
- INFINITUM. 2019. *Vil øke andelen resirkulert plast fra 10 til 80 prosent* [Online]. Available: <https://infinitemovement.no/sirkulaeravgift-resirkulert-plast-i-flasker/> [Accessed 01.10 2020].
- IPCC 2013. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) <http://www.climatechange2013.org>.
- ISO 2006a. *ISO 14040:2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework*.
- ISO 2006b. *ISO 14040:2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 2006c. *ISO 14044:2006 Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and guidelines*. International Standardisation Organisation.
- KOULOUMPIS, V., PELL, R. S., CORREA-CANO, M. E. & YAN, X. 2020. Potential trade-offs between eliminating plastics and mitigating climate change: An LCA perspective on Polyethylene Terephthalate (PET) bottles in Cornwall. *Science of The Total Environment*, 727, 138681.
- MSUYA, N. 2017. Polylactic Acid Production, from Monomer to Polymer - A Review. *Science Polymer of Journal S*, 1:1.
- POTTING, J. & VAN DER HARST, E. 2015. Facility arrangements and the environmental performance of disposable and reusable cups. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, 1143-1154.
- ROSSI, V., CLEEVE-EDWARDS, N., LUNDQUIST, L., SCHENKER, U., DUBOIS, C., HUMBERT, S. & JOLLIET, O. 2015. Life cycle assessment of end-of-life options for two biodegradable packaging materials: sound application of the European waste hierarchy. *Journal of Cleaner Production*, 86, 132-145.
- RAADAL, H. L., MODAHL, I. S. & IVERSEN, O. M., K.. 2017. Comparison of recycling and incineration of aluminium cans. Ostfold Research.

- RAADAL, H. L., MODAHL, I. S. & LYNG, K.-A. 2009. Klimaregnskap for Avfallshåndtering, Fase I og II. Østfoldforskning. OR.18.09. Østfoldforskning.
- SHEN, L., NIEUWLAAR, E., WORRELL, E. & PATEL, M. K. 2011. Life cycle energy and GHG emissions of PET recycling: change-oriented effects. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16, 522-536.
- SYVERSEN, F., LYNG, K.-A., AMLAND, E. N., BJØRNERUD, S., CALLEWAERT, P. & PRESTRUD, K. 2018. Utsortering og materialgjenvinning av biologisk avfall og plastavfall. Utredning av konsekvenser av forslag til forskrift for avfall fra husholdninger og liknende avfall fra næringslivet (2017/12503).
- VERCALSTEREN, A., SPIRINCKX, C. & GEERKEN, T. 2010. Life cycle assessment and eco-efficiency analysis of drinking cups used at public events. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, 221-230.
- WELLE, F. 2011. Twenty years of PET bottle to bottle recycling—An overview. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 865-875.

Visjonen til NORSUS Norsk institutt for bærekraftsforskning AS, tidligere Østfoldforskning AS, er å bidra til bærekraftig samfunnsutvikling. Vi utvikler kunnskap og metoder for å forstå og implementere bærekraft bedre i samfunnet. Sammen med bedrifter og offentlige aktører kartlegger og reduserer vi miljøbelastninger, ofte med økonomisk gevinst. Slik bidrar vi til å bevege samfunnet i en bærekraftig retning.