

Populärvetenskaplig sammanfattning: Konsten att spela trumpet utan trumpet

Hur gör man för att uppskatta miljöpåverkan av ett reningsverk som inte finns? Och hur ska man veta vilken sorts rening som ger bäst resultat för minst miljömässiga kostnad medan man fortfarande har en chans att påverka designen? Det är minst sagt en konst som jag har ägnat de senaste sju åren åt att försöka bemästra.

Miljöbedömning, närmare bestämt livscykelanalys (LCA) är ett verktyg för att uppskatta miljöpåverkan från en produkt eller process—i mitt fall ett reningsverk. Genom att samla in data över allt som går in (som kemikalier, energi, material) och ut (som utsläpp till luft, vatten och mark) och därefter bearbeta och analysera detta, kan man kartlägga exempelvis hur stor den potentiella påverkan blir på klimatet, miljön eller den mänskliga hälsan. För att kunna göra en ordentlig bedömning behövs således en väldig mängd data. Men hur gör man om data inte finns? Om reningsverket inte är byggt än?

Framåtblickande studier, så kallade *prospektiva* LCAer, är ett växande fält inom forskningen. Denna metodik används exempelvis vid utveckling av nya material eller produkter för att försöka göra sig en bild av vilka åtgärder som är viktigast för att den fortsatta utvecklingen ska bli så hållbar som möjligt. Till detta fält kan också nu mitt arbete sälla sig.

Mitt arbete har haft ett tvådelat forskningsfokus: **Hur** kan man göra en miljöbedömning över, och **vad** är miljöpåverkan av, ett reningsverk som inte är byggt än? Den första delen har inneburit utveckling av LCA-metodik medan jag för den andra delen använt och testat dessa metoder på avloppsrening för processval och processutveckling. För att svara på de två övergripande frågorna har jag genomfört fyra fallstudier (mina fyra artiklar) i vilka jag både utvecklat metodik samt använt den för att undersöka konkreta reningsprocesser.

I korthet har jag vidareutvecklat tre metoder för att hantera bristen på explicit mätdata i LCA. För det första har jag utvecklat en modell för att bedöma påverkan på hela reningsverket när man bara har mätdata för en del av den. Detta ger fördelen att man kan förenkla det undersökta systemet men ändå fånga viktiga faktorer för hur det större systemet berörs. För det andra har jag skapat representativa data genom att använda pilotanläggningar och simuleringsmodeller. Övåntade resultat i form av höga ammoniakutsläpp upptäcktes när pilotdata kombinerades med beräkning av massflöden. Likaledes övåntat indikerade en simuleringsmodell på skillnader i metanutsläpp mellan processkonfigurationer som visar på vikten av fortsatta mätningar i fullskala för att undersöka detta närmare. För det tredje har jag utvecklat själva miljöpåverkansbedömningen genom att använda en metod som förvisso använts inom andra områden men först på senare tid funnit sin väg in i

LCA-världen. För att bedöma den toxiska påverkan av avloppsvattnet på omgivande natur används generellt kemiska analyser för enskilda ämnen. Genom att istället använda så kallade effektbaserade mätmetoder kan vattenprovets hela sammansättning få visa på hur stor påverkan mottagande vatten kan tänkas få. Mitt arbete har visat på styrkor och utmaningar med denna nya metod.

Gällande de mer praktiska resultaten av mina fyra fallstudier kan jag kortfattat sammanfatta dem med följande fyra punkter:

- 1) Det finns för- och nackdelar med både biologisk och kemisk rening av fosfor, där den förstnämnda har en större driftsäkerhet vid händelse av kemikaliebrist medan den sistnämnda potentiellt har en lägre klimatpåverkan från direkta luftutsläpp.
- 2) Införande av kvartär rening för avskiljning av mikroföroreningar kan uppvisa betydligt större nytta då toxiciteten beräknats med effektbaserad analys snarare än med kemisk analys av ett fåtal ämnen och antyder därmed att man faktiskt tjänar miljömässigt på införandet av tekniken.
- 3) NPHarvest, tekniken för återvinnande av näringsämnen ur koncentrerat avloppsvatten, uppvisade liknande miljöpåverkan som teknologin den jämfördes med (dvs. bästa tillgängliga teknik). Med fördel bör dess fortsatta utveckling inkludera sätt att minska ammoniakavgång, utvärdera andra kemikalier samt öka energieffektiviseringen.
- 4) När det kommer till slamhantering med näringsåtervinning kan det konstateras att det även för tekniker som rötning, struvitfällning och pyrolys finns både för- och nackdelar. Generellt visade dock konfigurationer med struvitfällning på en lägre miljöpåverkan än de utan. Rötning med slamspridning vore kanske en tekniskt enklare lösning, men skulle även bidra till ökade utsläpp. Pyrolys, å sin sida, skulle kunna minska utsläpp bland annat genom ökad kolinlagring, men den resulterande biokolen har potentiellt sämre gödselegenskaper vilket skulle kunna innebära minskade skördar.

Avslutningsvis påminns jag av ett citat av Pippi Långstrump: *"Att spela trumpet utan trumpet är det svåraste som finns"*. Och så har det stundtals känts i min forskning. Hur kan man säga något om ett reningsverk som inte finns? Hur kan man göra en miljöbedömning utan data? Men faktum är att mitt arbete, och det växande fält som är prospektiv LCA, har visat att det inte bara är möjligt utan också rent utav nödvändigt för att kunna leda utvecklingen framåt i en hållbar riktning. Med det sagt är det inte lätt. Det är en konst.