

Klimatpåverkan från avloppsreningsverk MANUALDEL



*Sedimenteringsbassänger och skivfilteranläggning på Ryaverket i Göteborg.
Foto: Ulrika Wahlström, 2012.*

Innehåll

Introduktion	2
Presentation av verktyget	2
Ark 1: Instruktioner och data om användaren	3
Ark 2: Indata reningsverksemissioner	3
Ark 3: Indata kemikalier.....	4
Ark 4: Indata energi.....	4
El och värme.....	4
Biogas	4
Ark 5: Indata transporter.....	5
Ark 6: Indata slam och avfall	5
Lagring och hantering av slam.....	6
Nödvändig indata.....	6
Ark 7 och 8: Resultat och detaljerade resultat	8
1. Resultat (ark 7).....	8
2. Detaljerade resultat (ark 8)	9
Utläsning av resultat.....	9
Ark 9: Emissionsfaktorer.....	10
Ark 10: Kemikalier.....	11
Ark 11: GWP faktorer och konstanter.....	11
Ark 12: Referenser	11
Ark 13: Indata	11
Referenser	12

Introduktion

Syftet med detta dokument är att vägleda användaren av det beräkningsverktyg för klimatpåverkan från avloppsreningsverk som tagits fram inom ramen för projektet ”Utveckling av verktyg för beräkning av avloppsreningsverkens klimatpåverkan” (SVU 12-120). Verktöget har utvecklats med syfte att öka kunskaperna kring hur stor klimatpåverkan enskilda avloppsreningsverk ger upphov till och vilka processer som står för den största delen av denna påverkan. Förhoppningsvis kan verktyget vara ett viktigt underlag för skapande av förbättringsstrategier. Ett ytterligare syfte med detta verktyg är att möjliggöra jämförelser mellan olika avloppsreningsverk.

Manualen ger en introduktion till verktyget genom att beskriva dess uppbyggnad och de processer som inkluderats och exkluderats. I manualen presenteras den data som användaren själv måste lägga in i modellen och hur litteraturdata kan användas när verkspecifik data saknas. Dessutom ges en vägledning till hur resultat kan åskådliggöras och uttolkas.

Verktyget har utformats på ett sätt som är tänkt att möjliggöra modellering av merparten av de svenska avloppsreningsverken genom att det erbjuder valmöjligheter mellan en rad olika teknikval och behandlings-/avsättningsmöjligheter för de restprodukter som genereras i avloppsreningen. Då verktyget är uppbyggt på ett transparent sätt, där all indata är tillgänglig för användaren, kan användaren själv med relativt stor enkelhet anpassa indata om detta skulle krävas för att modellera ett specifikt verk.

En ingående beskrivning av verktyget, de antaganden som gjorts och en rad fallstudier återfinns i projektets huvudrapport ”Klimatpåverkan från avloppsreningsverk”.

Presentation av verktyget

Verktyget för beräkning av klimatpåverkan från avloppsreningsverk består av en excelfil med 13 ark. Arken är indelade i fyra olika grupper:

- Grupp 1: Indata (*blå* flikar).
- Grupp 2: Resultat (*gröna* flikar).
- Grupp 3: Emissionsfaktorer, ekvivalensfaktorer och konstanter (*lila* flikar).
- Grupp 4: Referenser och tabell för indata (*mörkgrå* flikar).

Två färger används för att ange vilken typ av data som anges i verktyget:

- *Ljusgrå* celler används för inmatning av verkspecifik data.
- I *mörkgrå* celler beräknas värden automatiskt baserat på given indata.

Röd text visar att användaren ska ange vilket av flera angivna alternativ som är relevant i förhållande till det specifika avloppsreningsverket.

Blå text i fliken ”detaljerade resultat” visar att de resultat som presenteras är baserade på beräkningar från litteraturen (standardvärden) och inte verkspecifika mätdata.

De verkspecifika mätdata som behövs för att använda verktyget presenteras i tabell 3 i detta dokument.

Ark 1: Instruktioner och data om användaren

En kort introduktion till verktyget ges här samt information om olika typer av färgmarkeringar som används i verktyget.

Ark 2: Indata reningsverksemissioner

Här efterfrågas indata för näringsämnen och organiskt material i inkommande avloppsvatten. Avloppsreningsverken kan även lägga in data på metan- och lustgasmätningar om sådana gjorts på verket. Rapporteringen delas upp i mätningar över vatten- respektive slamområden.

- Avloppsvattenrening: mekanisk, biologisk och kemisk rening.
- Slambehandling: förtjockning, rötning, avvattning, torkning, förvaring, förbränning och biogashantering

Om inga lokala mätningar har gjorts så kommer emissioner av metan och lustgas att beräknas erfarenhetsmässigt baserat på litteraturdata.

Observera att vid jämförelser med andra avloppsreningsverk bör värdena baseras på litteraturdata. Detta eftersom de mätningar som gjorts vid enskilda avloppsreningsverk kan ha haft olika avgränsningar och mätts med olika metoder.

Om rejektivattenbehandling inte ingår i lokala mätningar, så ska en etta, 1, fyllas i cell C20 och C21. I annat fall beräknas emissionerna av metan och lustgas baserat på litteraturvärden, i relation till mängden avlägsnat kväve. I cell C22 anges mängden rejektivatten som genomgått rening i enheten m³ per timme.

Om verket tar emot ytterligare externt organiskt material som inte ingår i parametrarna för ingående vatten (t.ex. fettavskiljarslam, matavfall eller organiskt avfall från livsmedelsindustri), ska även det matas in i detta ark. I verktyget kan fem olika typer av externt material anges med totalmängd, TS-halt och VS-halt samt innehåll av kväve, fosfor, BOD och COD. Dessa sammanställs sedan automatiskt i verktyget.

Om innehållet av COD, N och P är okänt i de material som tillsätts, kan värden som anges för ett antal olika organiska material i tabell 1 användas. Allt externt organiskt material som anges här antas gå direkt till rötning tillsammans med slam som genereras vid avloppsreningsverket. En del av materialet kommer dock att återföras till processen i form av rejektivatten. Antaganden om innehållet av näringsämnen och organiskt material kan därför påverka de reduktionsgrader som anges i verktygets resultatdel (ark 7).

Tabell 1 Näringsinnehåll i externt organiskt material. I de rutor där det enbart är ett streck saknas data från referenserna. Ingen data för BOD har hittats.

Externt material	TS (%)	VS (% av TS)	COD (kg/ton)	N-tot (g/kg TS)	P-tot (mg/kg TS)	Referens
Matavfall	33	84,8	414	27	400	Davidsson et al. (2007)
Fettavskiljarslam	17,3	98,3	252	24	-	Davidsson et al. (2008)
Glycerin	-	100	-	-	-	SGC (2009)

Slutligen efterfrågas mängden näringsämnen och organiskt material (ton/år) i utgående avloppsvatten samt typ av recipient (hav eller sjö/vattendrag).

Ark 3: Indata kemikalier

Här kan användaren lägga in de mängder kemikalier som används årligen vid verket. För att beräkna transporter av kemikalier efterfrågas även antal leveranser per år och uppskattat transportavstånd. Vissa kemikaliers lagringsanläggning finns angivet i kolumn G varifrån transportavståndet till avloppsreningsverket sedan kan beräknas.

I verktyget tillhandahålls emissionsfaktorer för produktion av ett antal av de kemikalier som vanligen används vid svenska avloppsreningsverk. Användaren kan själv lägga in ytterligare produkter i arket "Kemikalier" (*lila* ark) och sedan lägga in användning i arket "Indata kemikalier". Lagg märke till att mängden propan som eventuellt används vid uppgradering av biogas (för att den uppgraderade biogasen ska komma upp i ett energiinnehåll som motsvarar naturgasens, så kallad spikning) hämtas direkt från arket "Indata energi" och alltså inte ska läggas in av användaren i arket "Indata kemikalier".

Ark 4: Indata energi

Här fylls information i angående energianvändning och eventuell produktion vid verket fördelat på el, värme, kyla och biogas. Även värmeväxling av utgående avloppsvatten redovisas här.

El och värme

I cell C5 anges den totala mängden el använd vid avloppsreningsverket. I cell C6 anges mängd inköpt el och i cell C7 mängd exporterad el. I cellerna C8–C11 anges eventuell andel av den totala energiproduktion som producerats genom förnybara källor (t.ex. vindel), naturgas eller olja internt vid verket. På samma sätt anges MWh för värmeanvändning. Om verket har egen data på växthusgasemissioner för lokal/regional värmeproduktion så kan dessa läggas in i arket (cell C22).

Om den el som köps in är förnybar (t.ex. om det valts att köpa miljömärkt el eller investerats i vindkraftverk) ska andelen förnybar el redovisas i cell E6 (som procent i relation till den totala mängden inköpt el).

Om värme och el som produceras och används genom värmväxlare inte medräknats tidigare i mängden använd el och värme ska detta anges med en etta (1) i cell C30. Värmefaktorn för elen som används i värmepumpen anges som antalet MWh värme som produceras per 1 MWh använd el. Elanvändningen kommer att presenteras ihop med övrig el i rutan *Elanvändning – inköpt* i fliken detaljerade resultat och den producerade värmen kommer att redovisas i rutan *Värme*.

Biogas

I detta ark anges även producerad mängd biogas (cell C35) samt metaninnehåll i biogasen (cell C36). Här redovisas även hur eventuell producerad biogas används samt hur stor andel som facklas och kallfacklas (cell C40 och C41).

Lägg märke till att volymen biogas (ej metan) efterfrågas i samtliga fall *utom* i relation till metanförluster under uppgradering.

- Mängden biogas som förbränns i elmotor anges i cell C42.
- Mängden biogas som förbränns i värmepanna anges i cell C43.
- Om biogas uppgraderas och används som fordonsbränsle utan att injiceras i gasnät (dvs. genom transport på tub med lastbil efter komprimering) anges detta i cell C44. Då ska även transportavstånd anges i cell C46.
- Om gasen injiceras på nätet antas att denna används som fordonsbränsle.
- Om gasen injiceras på nätet kan även mängden propan som används för spikning av uppgraderad biogas anges i cell C48. Om inga uppgifter finns kring mängden tillsatt propan, beräknas detta erfarenhetsbaserat på litteraturvärden (detta sker automatiskt i cell C122 i fliken detaljerade resultat).

Vid uppgradering av biogas där anläggningen har uppmätta data över elanvändning och totalmängd metanutsläpp i samband med uppgradering kan dessa data fyllas i cellerna C54 respektive C61. Om inga mätningar gjorts av metanemissioner från uppgradering ska användaren välja den teknik som används för uppgradering genom att en etta, 1, fylls i den av cellerna E51–E53 respektive E58–E60 som representerar den uppgraderingsteknik som används. Emissionerna från uppgraderingen baseras då på litteraturvärden.

Observera att om elanvändningen för gasuppgradering inkluderats i den totala elanvändningen som angivits i cell C5 ska cellerna C54 samt E51–E53 respektive förbli tomma.

Ark 5: Indata transporter

Här fylls data i som beskriver de transporter som kan vara av relevans. Tre typer av data anges: transportavstånd, antal transporter per år samt antaganden om fordonets maxlast (endast alternativen 40 eller 60 ton har möjliggjorts i verktyget). Observera att om transporten genomförs med förnybara drivmedel, anges en nolla (0) som transportsträcka. Samtliga avstånd anges i kilometer. Om maxlasten är en annan än 40 respektive 60 ton, väljs det värde som ligger närmast den verkliga maxlasten.

Ark 6: Indata slam och avfall

Här anges total mängd avvattnat rötslam som genereras per år (cell B6), antal lagringsdagar vid reningsverket innan vidare hantering (cell B5) och TS-halt (%) i cell B7 samt andel VS i slammet (som % av TS) i cell B9. Om slammet torkas ska totalmängden slam som torkats anges i cell B11 och TS-halten på det torkade slammet anges i cell D11.

Produktion av rens (cell C13) och sand (cell C18) anges som ton/år. Här anges även TS-halten i rens som ska förbrännas, dvs. efter eventuell pressning, i procent i cell B14. Detta värde används av verktyget för att beräkna det lägre värmevärdet i det rens som förbränns. Detta presenteras i cell B15 som MJ/ton rens med angiven TS-halt. I cellerna E14 respektive E18 finns

data för TS i rens om platsspecifik data saknas. Andelen plast i rens har antagits till 20 % i verktyget, men kan ändras av användaren om verkspecifik data erhålls. Detta värde ändras i arket "Emissionsfaktorer" cell C226.

Lagring och hantering av slam

I cell C23-C26 anges rötslammets innehåll av näringsämnen före lagring. Om data saknas så kan värden i tabell 2 användas.

Tabell 2 Min, max och medelvärden från nio svenska avloppsreningsverk åren 2010 och 2011 (Gustavsson och Tumlin, 2013).

Näringsämne	Min (kg/ton TS)	Max (kg/ton TS)	Medel (kg/ton TS)
Kväve	21,8	57,7	49,7
Fosfor	11,0	46,0	28,6
Kalium	0,7	12,6	3,5

Kolinnehållet i slammet ska anges som C_{tot} (total mängd kol). Saknas data på detta kan värdet som beräknats i cell E26 användas, där VS-halten omräknats till C_{tot} .

Då det antas att flertalet verk inte mäter innehållet av kol och näringsämnen både före och efter lagring, baseras minskningen i kol och kväve på litteraturvärden om inga verkspecifika värden anges i cellerna B29 till B32. Minskningen relateras också till antalet dagar som slammet lagras.

I ark 6 anges även hur genererat slam används som procent av totalmängd genererat slam. Om slammet komposteras ska användningen av komposten anges som procent av totalmängd producerad kompost. Om slam förbränns efter avvattning eller efter avvattning och torkning ska användaren ange om den energi som genereras vid förbränningen inkluderats i den totala energiproduktionen från verksamheten eller ej i ark 4. Om slam behandlas i vassbädd ska användaren uppskatta och ange den volymreduktion som detta innebär (i cell J39) samt om den energi som används för vassbäddshandlingen ingår i den totala energianvändningen eller ej. Ett förvalt värde på 80 % volymreduktion i vassbäddar kan användas om inte platsspecifik data finns att tillgå.

På samma sätt anges hur rens och sand behandlas. I samtliga fall anges andelen baserat på våtvikt.

Nödändig indata

Det bör påpekas att för att resultaten ska kunna användas i jämförande syfte måste samtliga värden som efterfrågas anges och förvalda värden användas där verkspecifik data saknas. De direkta emissionerna som är relevanta som indata i verktyget presenteras i tabell 3 uppdelade i olika processer. De indata som ofta är av stor vikt för resultatet av studien, och där användaren därför bör bemöda sig mest för att erhålla korrekta värden och som samtidigt kan vara intressanta att förändra i en känslighetsanalys, anges i **fet teckenstil**.

Tabell 3 Data som behövs i beräkningsverktyget i de fem arken för indata.
Grå celler innebär att förvalda standardvärden föreslås i verktyget.

Process	Parameter	Enhet
Flöde och belastning i inkommande vatten (ark 2)	Flöde	m³/h
	Belastning COD, BOD, N, P	ton/år
Vattenrening (ark 2)	Emissioner av metan över vattenreningssteg	ton CH ₄ /år
	Emissioner av lustgas över vattenreningssteg	ton N ₂ O/år
	Mängd tillsatt externt organiskt material*	ton/år
	TS, VS, N, P, COD och BOD i tillsatt externt material	% eller ton/år
	Emissioner av metan från slambehandling (exkl. biogas)	ton CH ₄ /år
	Emissioner av lustgas från slambehandling (exkl. biogas)	ton N ₂ O/år
	Rejektvattenmängd	m ³ /h
	Mängd kväve avlägsnat vid rejektvattenbehandling	ton/år
	Typ av rejektvattenrening	-
	Till recipient (ark 2)	N_{tot}, P_{tot}, BOD och COD i utgående vatten
Typ av recipient (hav eller sjö/vattendrag)		-
Kemikalieanvändning (ark 3)	Använda kemikalier (inkl. externa kolkällor och polymerer)	ton/år
	Transportavstånd från leverantör till anläggning	km
	Antal leveranser per år	antal
Energi (ark 4)	Total elanvändning	MWh
	Total inköpt el	MWh
	Andel av inköpt el som är förnybar	%
	Exporterad el från intern produktion	MWh
	Internt producerad el från andra källor än avloppsvatten	MWh
	Total värmeanvändning	MWh
	Total inköpt värme	MWh
	Exporterad värme från intern produktion	MWh
	Internt producerad värme från andra källor än avloppsvatten	MWh
	Lokal emissionsfaktor för värme om sådan finns	g CO _{2e} /kWh
	Använd kyla	MWh
	Inköpt kyla	MWh
	Producerad kyla vid reningsverk	MWh
	Värmefaktor för värmeväxling av avloppsvatten (värmepump)	kWh värme/kWh el
Total värmeproduktion genom värmeväxling	MWh	
Biogasanvändning (ark 4)	Producerad biogas	Nm³
	Metaninnehåll i biogasen	%
	Biogasutsläpp (uppgradering exkluderad)	Nm ³
	Facklad biogas	Nm³
	Kallfacklad biogas	Nm ³
	Använd biogas i gasmotor och gaspanna	Nm³
	Uppgraderad mängd biogas som komprimerats för lastbilstransport	Nm³
	Uppgraderad mängd biogas som injicerats direkt på biogas-/naturgasnät	Nm³
	Transportavstånd för komprimerad biogas med lastbil	km
	Tillsatt propangas	ton
	Energianvändning vid uppgradering	kWh
Metanavgång vid uppgradering	Nm ³	
Transporter (ark 5)	Transportavstånd för slam till lagring och olika användningsområden	km
	Transport av rens/sand/kompost/askor för behandling	km
	För alla transporter behövs antalet per år	Antal

Process	Parameter	Enhet
Slamhantering (ark 6)	Lagringsdagar för rötat slam	Antal dagar
	Mängd avvattnat rötslam	ton/år
	TS-halt i slam	%
	VS-halt i slam innan lagring	% av TS
	N_{tot} , P_{tot} , K , C_{tot} innan lagring	kg/ton TS
	N_{tot} , P_{tot} , K , C_{tot} efter lagring	kg/ton TS
	Andel av slam till åkermark/ förbränning/deponi/kompost/jordproduktion etc.	%
	Volymreduktion efter vassbäddsbehandling	%
	Restprodukthantering (ark 6)	Mängd rens
TS i rens		%
TS i rens som går till förbränning		%
Mängd sand		ton/år
Andel rens till förbränning/deponi/rötning		%
Andel sand till återvinning/deponi		%

* Här avses externt organiskt material, t.ex. slam från mindre reningsverk utan slamrötning, latrin, fettavskiljarlam etc.

Ark 7 och 8: Resultat och detaljerade resultat

Resultatdelen består av två ark:

1. Resultat (ark 7)

Här anges resultaten som totalsumman för ett antal olika processer:

- Avloppsvattenrening (inkluderar direkta emissioner av metan och lustgas från vatten- och rejektivattenrening samt slambehandling och biogashantering på verket, och även respiration från fossila kolkällor som eventuellt används).
- Kemikalieanvändning (inkluderar kemikalieproduktion, men exkluderar transporter av kemikalier).
- Transporter (inkluderar transporter av kemikalier, slam, biogas på lastbil och restprodukter).
- Biogasanvändning (inkluderar emissioner kopplade till energianvändning för uppgradering/spikning och förbränning av biogas, samt undvikna emissioner när biogas används som fordonsbränsle).
- Slamhantering (inkluderar lagring och vidare hantering av slam, inklusive eventuell slamspridning på åkermark men exkluderar övriga transporter).
- Rens- och sandhantering (inkluderar hantering av rens och sand, exkluderar transporter).
- Energianvändning (inkluderar inköpt och egenproducerad energi som används på avloppsreningsverket, inklusive eventuell värmewäxling och slamrötning, men exkluderar energianvändning direkt kopplad till extern slamhantering, biogashantering och distribution).
- Recipient (inkluderar eventuella metan- och lustgas emissioner som uppstår i recipienten).

Nettoresultatet för systemet presenteras som ton CO₂-ekvivalenter över året samt:

- Per år.
- Per pe.
- Per m³ behandlat avloppsvatten.
- Per avlägsnad mängd N-tot.
- Per avlägsnad mängd P-tot.
- Per avlägsnad mängd COD.
- Per mängd inkommande N-tot.
- Per mängd inkommande COD.

Minustecken framför värdena anger att en process eller delprocess ger upphov till undvikta emissioner.

Här anges även data som visar på avloppsreningsverkets reningseffektivitet, i form av avskiljning av totalkväve, totalfosfor, BOD och COD, samt koncentrationerna av desamma i utgående vatten.

2. Detaljerade resultat (ark 8)

Här presenteras resultaten från de olika delarna av det utvärderade systemet som totalsummor för ett kalenderår. Emissionerna är även här grupperade i olika processer. Fetstilta värden anger totalvärdet för respektive process. I cell I20 återges nettoemissionerna som ton koldioxidekvivalenter över året och där under som kg CO_{2e} per de andra funktionella enheter som nämnts tidigare.

I detta ark kan även de ekvationer som används i verktyget ses i varje beräkningscell, då resultaten är baserade på data som hämtas i de övriga ark som verktyget består av.

Utläsning av resultat

Resultatarken är indelade i olika sektioner som var och en beskriver klimatpåverkan från olika delar av avloppsreningsprocessen, inklusive uppströms- och nedströmsprocesser. På detta sätt kan resultaten med enkelhet jämföras även sektionvis mot andra verk, det vill säga genom att endast emissionerna från själva avloppsvattenreningen eller slambehandlingen jämförs med varandra.

Några kommentarer för att underlätta utläsningen av resultaten görs nedan.

- Totala CO_{2e} per år: Här redovisas den sammanlagda klimatpåverkan från samtliga processer som inkluderats i verktyget. Ett positivt värde innebär nettoemissioner medan ett negativt värde innebär att mer klimatpåverkande emissioner undvikits än de som avloppsvattenreningen har gett upphov till. Överst anges emissionerna per år och under det relaterat till en rad andra funktionella enheter.
- Elanvändning: Här åskådliggörs klimatpåverkan från den el som köpts in och använts. Användaren väljer själv vilken elmix som ska användas för det totala resultatet (vilket då kommer att användas för beräkning i cell I20). För att åskådliggöra de stora skillnaderna mellan olika val av elmix presenteras även resultaten för alla olika elmixer i cellerna C4–C8.

- Avloppsvattenrening – direkta emissioner: Här presenteras resultat både baserat på litteraturbaserad data samt på verkspecifik data om sådan angivits. Om verkspecifik data har angivits är det denna som används i beräkningen av totala direkta emissioner, medan resultat baserade på litteraturdata används om verkspecifik data saknas.
- Biogasläckage: Även här presenteras data både i relation till uppmätta värden om sådana angivits och teoretiskt beräknade. Om verkspecifik data har angivits är det denna som används i beräkningen av det totala biogasläckaget, medan resultat baserade på litteraturdata används om verkspecifik data saknas.

Ark 9: Emissionsfaktorer

I arket "emissionsfaktorer" presenteras de värden som använts i verktyget för att återspegla de emissioner som uppstår i uppströms- och nedströmsprocesser samt där verkspecifik data saknas. Informationen är uppdelad på olika processer:

- Elproduktion.
- Värmeproduktion.
- Kyla-produktion.
- Energi ersatt genom användning av biogas.
- Biogasanvändning.
- Direkta emissioner från avloppsvattenrening.
- Energianvändning och energiåtervinning vid förbränning av slam.
- Energianvändning och energiåtervinning vid deponering av slam.
- Energianvändning vid kompostering av slam.
- Elanvändning vid användning av slam i vassbäddar.
- Emissioner från transporter.
- Emissioner från slamlagring.
- Emissioner från slamspridning på åkermark.
- Emissioner från slamhantering – ej på åkermark.
- Emissioner från renshantering.
- Emissioner från sandhantering.
- Kolinlagring.
- Emissioner i recipient.

Ingående värden baseras på litteraturdata eller data från en LCA-databas (EcoInvent). En viss osäkerhet råder i många fall kring dessa värden, varför det i tabell 4 i förekommande fall presenteras min- och maxvärden samt valda värden. Användaren kan utifrån tabell 4 välja att lägga in andra värden i arket "Emissionsfaktorer" i excelfilen för att undersöka effekterna av andra antaganden än de som görs i verktygets standardutformning.

Tabell 4 Parametrar med min-, medel- och maxvärden samt valt standardvärde i verktyget.

Process	Parameter	Enhet	Min	Medel	Max	Valt värde	Referens
Biogasanvändning	Metanemissioner från förbränning av biogas i gasmotor/panna	kg CH ₄ /kg CH ₄	0,003	0,023	0,034	0,003	Brown et al. (2010)/Fruegaard & Astrup (2011)/Foley et al. (2010)
	Lustgasemissioner från förbränning i gasmotor/panna	g N ₂ O/kg CH ₄	0	0,004	1,56	0,004	Fruegaard & Astrup (2011)/Brown et al. (2010)/Foley et al. (2010)
	Metanavgång från biogasproduktion	% CH ₄	0	0,15	2,1	0,15	Gunnarsson et al. (2005)/Avfall Sverige Utveckling (2009)
	Metanemissioner från ARV (vattenfas)	kg CH ₄ /kg COD _{inkommande}		0,0025	0,007	0,0025	Gustavsson & Tumlin (2013)/STOWA (2010)
	Lustgasemissioner från ARV (vattenfas)	kg N ₂ O/kg N _{denitrifierat}		0,000471	0,0157	0,0471	Foley et al. (2010)/Foley et al. (2008)
	Lagring av slam (N ₂ O-emissioner)	% av N-tot i slam	0,5		1,1	1,1	Kirkeby et al. (2005)/Willén et al. (2011)
Substitutionsnivå av mineral gödsel	Fosfor i rötslam	% av P-tot	25		75	70	Foley et al. (2010)/Hospido et al. (2008)/Peters & Rowley (2008)
GWP från mineral gödsel produktion	N	kg CO _{2e} /kg	2,9		5,3	3,9	Yara AB (2013)/Jenssen & Kongs-haug (2003)
Torvproduktion	Klimatpåverkan vid brytning	kg CO _{2e} /kg	330		1197	400	Boldrin et al. (2009)/Hagberg & Holmgren (2008)
	Andel torv som ersätts av kompost	% (av vikt)	0.2		1	0.3	Boldrin et al. (2009)
Deponering av slam	Lustgasemissioner	kg N ₂ O/kg N-tot i slam	0,002		0,16	0,0082	de Haas et al. (2008)
Kolinlagring	Andel av kol som lagras över 100 år	%	0		20	10	
Recipient	Metanemissioner	kg CH ₄ /kg COD	0		0,025	0	IPCC (2006)
	Lustgasemissioner (vattendrag/sjö)	kg N ₂ O/kg N	0,005		0,25	0,0005	IPCC (2006)
	Lustgasemissioner (hav)	kg N ₂ O/kg N	0,005		0,25	0,003	Foley et al. (2010)/IPCC (2006)

Ark 10: Kemikalier

Här presentera emissionsfaktorer för produktion av kemikalier som används vid avloppsreningsverk. Värdena är uppdelade i externa kolkällor, koagulanter, pH-justerare, polymerer och övriga kemikalier. I cellerna C53–C59 kan användaren själv lägga in namn och värden för klimatpåverkan (uttryckt som kg CO_{2e}/ton kemikalie) för kemikalier som används vid verket men som inte finns representerade i verktyget.

Ark 11: GWP faktorer och konstanter

Här presenteras de ekvivalensfaktorer för klimatpåverkan som används i verktyget. De fetstilta är de valda standardvärdena i verktyget.

I samma ark presenteras även de konstanter som används i verktyget, bland annat gällande densitet och energiinnehåll i bränslen.

Dessutom anges TS, VS, COD, BOD, N och P för ett antal organiska material som tas emot vid svenska avloppsreningsverk och som kan användas som förvalda värden som indata i Ark 2 om platsspecifika värden saknas.

Ark 12: Referenser

Här sammanställs de referenser som används i verktyget.

Ark 13: Indata

Här anges den data som krävs för att använda verktyget, det vill säga tabell 3 i denna manual.

Referenser

- Avfall Sverige Utveckling (2009). Frivilligt åtagande – kartläggning av metanförluster från biogasanläggningar 2007–2008 Avfall Sverige AB. ISSN 1103-4092.
- Boldrin, A., Andersen, J. K., Møller, J., Christensen, T. H. & Favoino, E. (2009). Composting and compost utilization: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste Management and Research*. 27, pp. 800–812.
- Brown, S., Beecher, N. & Carpenter, A. (2010). Calculator tool for determining greenhouse gas emissions for biosolids processing and end use. *Environmental Science & Technology*, vol. 44(24), ss. 9509–9515.
- de Haas, D., Foley, J. & Barr, K. (2008). Greenhouse gas inventories from WWTPs – the trade-off with nutrient removal. In: *Proceedings of Sustainability 2008 Green Practices for the Water Environment*, Water Environment Federation, Maryland, USA.
- Ecoinvent Center (2013). Swiss Center for Life Cycle Inventory. <http://www.ecoinvent.org/database/>.
- Foley, J., de Haas D., Hartley, K. & Lant, P. (2010). Comprehensive life cycle inventories of alternative wastewater treatment systems. *Water Research*, vol. 44(5), ss.1654–1666.
- Foley, J., Lant, P. & Donlon, P. (2008). Fugitive Greenhouse Gas Emissions from Wastewater Systems. *Water*, 38, 2, ss.18–23.
- Fruergaard, T. & Astrup, T. (2011). Optimal utilization of waste-to-energy in an LCA perspective. *Waste Management*, vol. 31, 3, ss. 572–582.
- Gunnarsson, I., von Hoffman, V., Holmgren, M., Kristensson, I., Liljemark, S. & Pettersson, A. (2005). Metoder att mäta och reducera emissioner från system med rötning och uppgradering av biogas. *RVF Utveckling* 2005:07.
- Gustavsson, D. J. I. & Tumlin, S. (2013). Carbon Footprints of Scandinavian Wastewater Treatment Plants. *Water Science and Technology* 68(4), ss. 887–893.
- Hagberg, L. & Holmgren, K. (2008). The climate impact of future energy peat production. IVL Rapport B1796. Stockholm, Sverige.
- Hospido, A., Moreira, T., Martín, M., Rigola, M., & Feijoo, G. (2005). Environmental evaluation of different treatment processes for sludge from urban wastewater treatments: anaerobic digestion versus thermal processes. *International Journal of Life Cycle Assessment* vol. 10 (5), ss. 336–345.
- IPCC (2006). Wastewater treatment and discharge. In: Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. & Tanabe, K. (Eds.). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, vol. 5, Waste. IGES, Japan (Chapter 6).

Jenssen, T.K. & Kongshaug, G. (2003). Energy consumption and greenhouse gas emissions in fertiliser production. In: Proceedings No. 509. The International Fertiliser Society, London, UK.

Kirkeby, J.T., Gabriel, S. & Christensen, T.H. (2005). Miljøvurdering af genanvendelse og slutdisponering af spildevandsslam – en livscyklus screening af fire scenarier. Institut for Miljø & Ressourcer Danmark Tekniske Universitet (DTU), Kungens Lyngby, Danmark.

Peters, G. & Rowley, H.R. (2009). Environmental Comparison of Biosolids Management Systems Using Life Cycle Assessment. *Environmental Science & Technology*, vol. 43 (8) ss. 2674–2679.

STOWA (2010). Emissies van broeikasgassen van rwzi's (Emissions of greenhouse gases from wastewater treatment plants) (In Dutch). Report no. 2010-08. STOWA, Amersfoort, the Netherlands.

Willén, A., Rodhe, L., Jönsson, H. & Pell, M. (2011). Comparison of reduction potential of greenhouse gases from storage of different types of sewage sludge under Swedish conditions. Presenterat vid konferensen IWA Holistic Sludge i Västerås, Sverige maj 2013.

Yara (2013). Klimatavtryck. http://www.yara.se/doc/30031_Klimatavtryck_broschyr.pdf.