



HSY

Osavirtamädätysprosessin mallinnus KOMBI- projektissa

Biolaitosyhdistyksen juhlaseminaari 22.10.2015

Aino Kainulainen

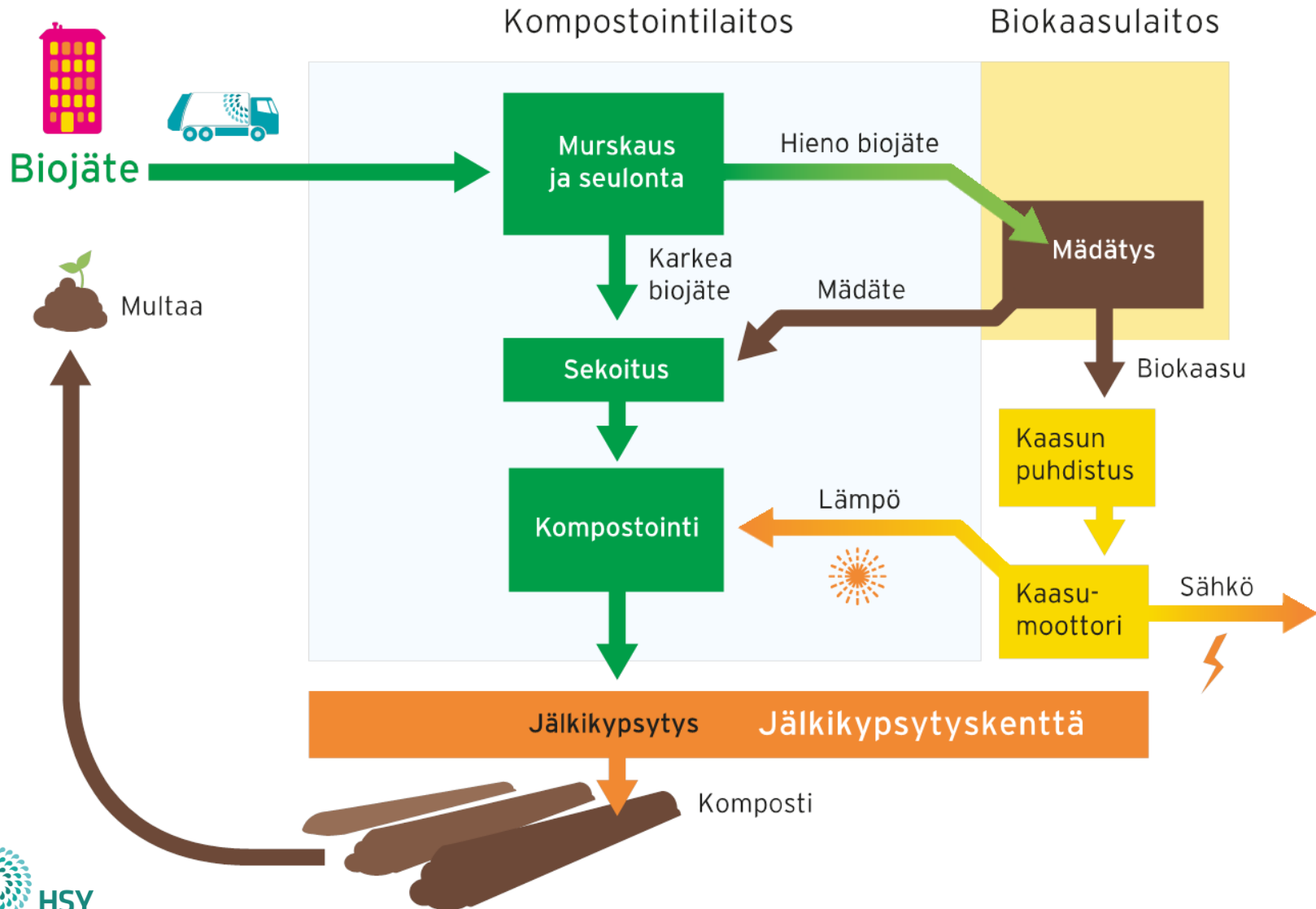
HSY, Jätehuollon kehittäminen

Taustaa

- HSY on kuntayhtymä, joka tuottaa vesihuollon ja jätehuollon palveluja sekä tietoa pääkaupunkiseudusta ja ympäristöstä
- Vuonna 2013 käsiteltiin 51 800 tonnia biojätettä
- Biojättemäärän odotetaan kasvavan
- Uusi osavirtamädätyslaitos otettiin käyttöön kesällä 2015



Biojätteenkäsittely Ämmässuolla



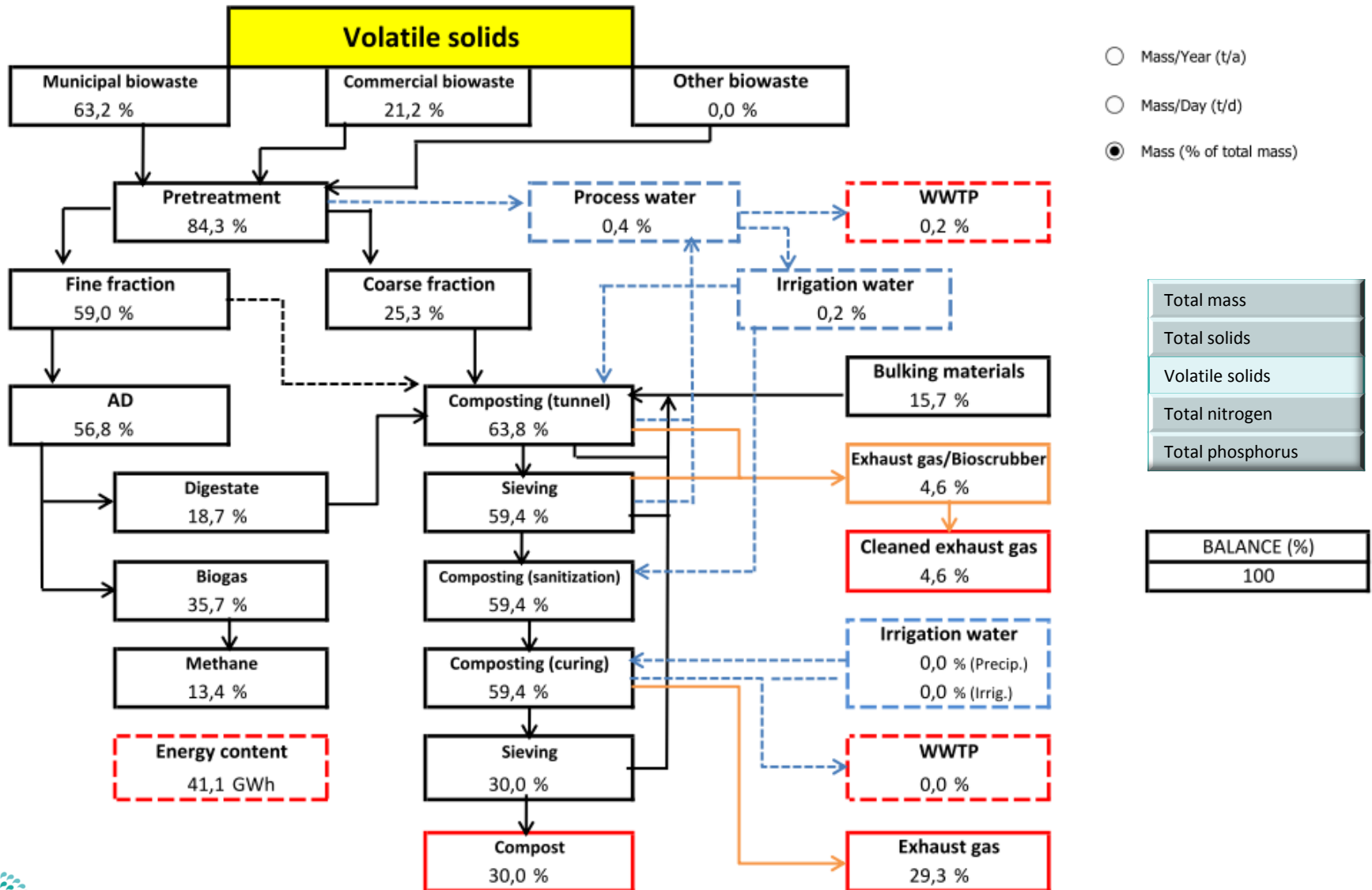
Biojätteen kompostoinnin ja mädätyksen innovatiiviset prosessiyhdistelmät - KOMBI

- KOMBI-projektissa etsitään uuden osavirtamädätysprosessin optimaalista ajotapaa
- Tavoitteena on:
 - Minimoida prosessin haitalliset ympäristövaikutukset, painottuen erityisesti ravinnepäästöihin
 - Maksimoida ravinteiden päätyminen lopputuotteeseen
- Työkaluina mallinnus ja koetoiminta
- Rahoitus ympäristöministeriön RaKi-ohjelmasta

Osavirtamädätysprosessin mallinnus

- Työryhmässä mukana
 - Tiina Mönkäre, Viljami Kinnunen ja Jukka Rintala (TUT)
 - Aino Kainulainen ja Christoph Gareis (HSY)
- Excel-pohjainen malli, joka laskee massa- ja ravinnevirtojen kulun prosessissa syötteiden ja ajoparametrien perusteella
- Malli myös varoittaa, jos esimerkiksi orgaanisen aineksen kuormitus (OLR) on tutkimustiedon valossa riskirajoilla
- HSY:n syötteiden ominaisuudet määritettiin kokeellisesti
- Käytetyt laskukaavat perustuvat alan tutkimustietoon

Mallin etusivunäkymä



Käyttöliittymä, eli etusivulta säädettävät suureet

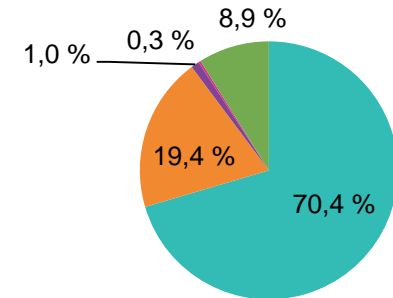
- Mallin etusivulta voidaan säätää syötettävän jätteen määrää sekä mädätyksen ja kompostoinnin tyypillisiä ajoparametreja
 - Seulonnan jakauma
 - Mädätyslämpötila ja pH
 - Tunnelikompostoinnin kesto, lämpötilat, seossuhteet, ilmastus ja kastelu
 - Kypsytysvaiheen kesto, lämpötila-arvio ja kastelu
 - Operatiiviset päivät vuodessa

Biowaste		
Municipal biowaste (BW)	40000	t/a
Commercial biowaste (BW)	11000	t/a
Other biowaste (BW)	0	t/a
Total	51000	t/a
To AD Municipal BW <80mm	100 %	
To AD Municipal BW >80mm	0 %	
To AD Commercial BW <80mm	100 %	
To AD Commercial BW >80mm	0 %	
Pretreatment (Sieving)		
Coarse fraction	30 %	
Fine fraction	70 %	
Loss (to process water)	5 %	
AD		
HRT	20	d
T	40	°C
Recirculation	0 %	
pH	7,5	
OLR	13,95	kgVS/m ³ d
Composting (tunnel+sanitization)		
t (tunnel)	10	d
T (tunnel)	45	°C
t (sanitization)	3	d
T (sanitization)	65	°C
Total bulking material	40 %	of waste composted
Aeration	7 500	m ³ /h
Irrigation Water (tunnel)	4000	m ³ /a
Irrigation Water (sanitization)	1000	m ³ /a
Composting (curing)		
t	180	d
T	55	°C
Total bulking material	0 %	of waste composted
Irrigation Water (Curing)	6000	m ³ /a
Days/year	260	

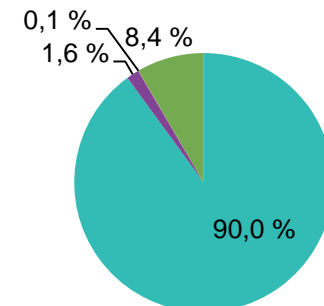
Laskenta

- Varsinainen laskenta tapahtuu taustalla
- Seitsemän välilehteä:
 - Tables & Figures
 - Material characteristics
 - Pretreatment
 - AD
 - Composting
 - Waters
 - Water characteristics
- Sisältää laskukaavat sekä syötteiden ominaisuudet
- Malli tarkentuu, kun uusia analyysituloksia syötteistä lisätään

Nitrogen fate



Phosphorus fate



Esimerkki AD-välilehdeltä

AD Parameters		Feed flows Total		Specific Feed flows		Household biowaste	
						>80 mm	<80mm
T (30 - 55 °C)	40	m (t)	33915	m	(t)	0	26600
pH	7,5	V (m ³)	33184	TS	(%)	31 %	30 %
HRT (d)	20	TS (%)	30 %	VS	(%)	31 %	28 %
OLR (kg VS/m ³ d)	14	VS (%)	27 %	N _{tot}	(t)	0	184
Recycling	0 %	TKN (t)	228	P _{tot}	(t)	0	22
V reactor (m ³)	1800	P _{tot} (t)	26	Model values mesophilic (<47°C)			
AD Output to Composting		Ammonia calculator, AD		TS-removal max	(%)	54 %	50 %
Biogas production (Mm ³ /a)	6,59	pH	7,5	VS-removal max	(%)	69 %	65 %
Methane production (Mm ³ /a)	4,11	Temperature °C	40	N mineraliz. Max	(%)	50 %	50 %
Primary Energy (GWh/a)	41	pK _a	8,806401768	P mineraliz. Max	(%)	20 %	20 %
Methane concentration	62 %	F NH ₃	5 %	BMPmax	(m ³ CH ₄ /t VS _{added})	448	460
TS removal	48 %	p (kg/m³, NTP) m (t/a)		Specific CH ₄ content (from BMP) (%)		62 %	62 %
VS removal	63 %	CH ₄	0,716 2943	k ₁ mesophilic		0,607	0,607
Digestate (t)	29074	CO ₂	1,977 4897	k ₂ mesophilic		0,094	0,095
Digestate (m ³)	29074	Total C in biogas		Model values thermophilic (>47°C)			
TKN (t)	228		2202	TS-removal max	(%)	59 %	55 %
NH ₄ (t)	108			VS-removal max	(%)	76 %	72 %
NH ₃ (t)	5			N mineraliz. Max	(%)	55 %	55 %
TKN (g/L)	7,85			P mineraliz. Max	(%)	20 %	20 %
NH ₄ (g/L)	3,72			BMPmax	(m ³ CH ₄ /t VS _{added})	493	506
NH ₃ (mg/L)	175			Specific CH ₄ content (from BMP) (%)		62 %	62 %
TP (t)	26			k ₁ thermophilic		0,616	0,616
PO ₄ (t)	0,9			k ₂ thermophilic		0,096	0,096
TP (g/L)	0,900			KOMBI values			
PO ₄ (mg/L)	30			TS-removal	(%)	51 %	47 %
TS (t)	5166			VS-removal	(%)	66 %	62 %
VS (t)	3405			N mineralisation	(%)	48 %	47 %
TS (%)	18 %			P mineralisation	(%)	19 %	19 %
VS (%)	12 %			Methane yield	(m ³ CH ₄ /t VS _{added})	427	435
C/N	7			CH ₄ content of biogas	(%)	62 %	62 %
				Max. CH ₄ yield	(m ³)	0	3462788
				Calcul. CH ₄ yield	(m ³)	0	3276933
				Of total CH ₄ production	(%)	0	80

Jatkosuunnitelmat

- Malli jatkaa tarkentumistaan, kun uusia analyysituloksia saadaan
- Myös uusia toimintoja saatetaan tehdä tarpeen mukaan
- Suunnitelmissa vertaisarvioitu artikkeli (Mönkäre)
- Malli on rakennettu Ämmässuon laitosta ajatellen, mutta voidaan muokata koskemaan myös muita samankaltaisia laitoksia



Opinnäytetyö: Biohiilen lisäämisen vaikutukset ravinnevirtoihin tunnelikompostoinnissa

- Yhteistyössä Helsingin yliopiston kanssa (Ympäristöekologia)
- Kirjallisuuden perusteella biohiilen lisääminen kompostimassaan
 - Vähentää syntyviä ammoniakkipäästöjä (Malinska ym. 2014)
 - Muuttaa mikrobiyhteisön rakennetta ja sitä kautta biojättemassan kemiallisia ominaisuuksia (Jindo ym. 2011)
 - Vähentää kompostoinnissa syntyviä hajuhaittoja (Dias ym. 2011)
 - Kiihdyttää orgaanisen aineksen hajotusta (Sanchez-Garcia ym. 2015).
- Alustavat koetulokset viittaavat siihen, että biohiili tehostaa kompostoitumisprosessia sekä sitoo kosteutta massaan
- Kun haihtuneen ammoniakin määrissä otetaan huomioon hajonneen orgaanisen aineksen massa, voidaan arvioida, että biohiilen lisääminen vähentää ammoniakin haihtumista
- Tuloksia odotettavissa loppuvuodesta

Elinkaarimallinnus

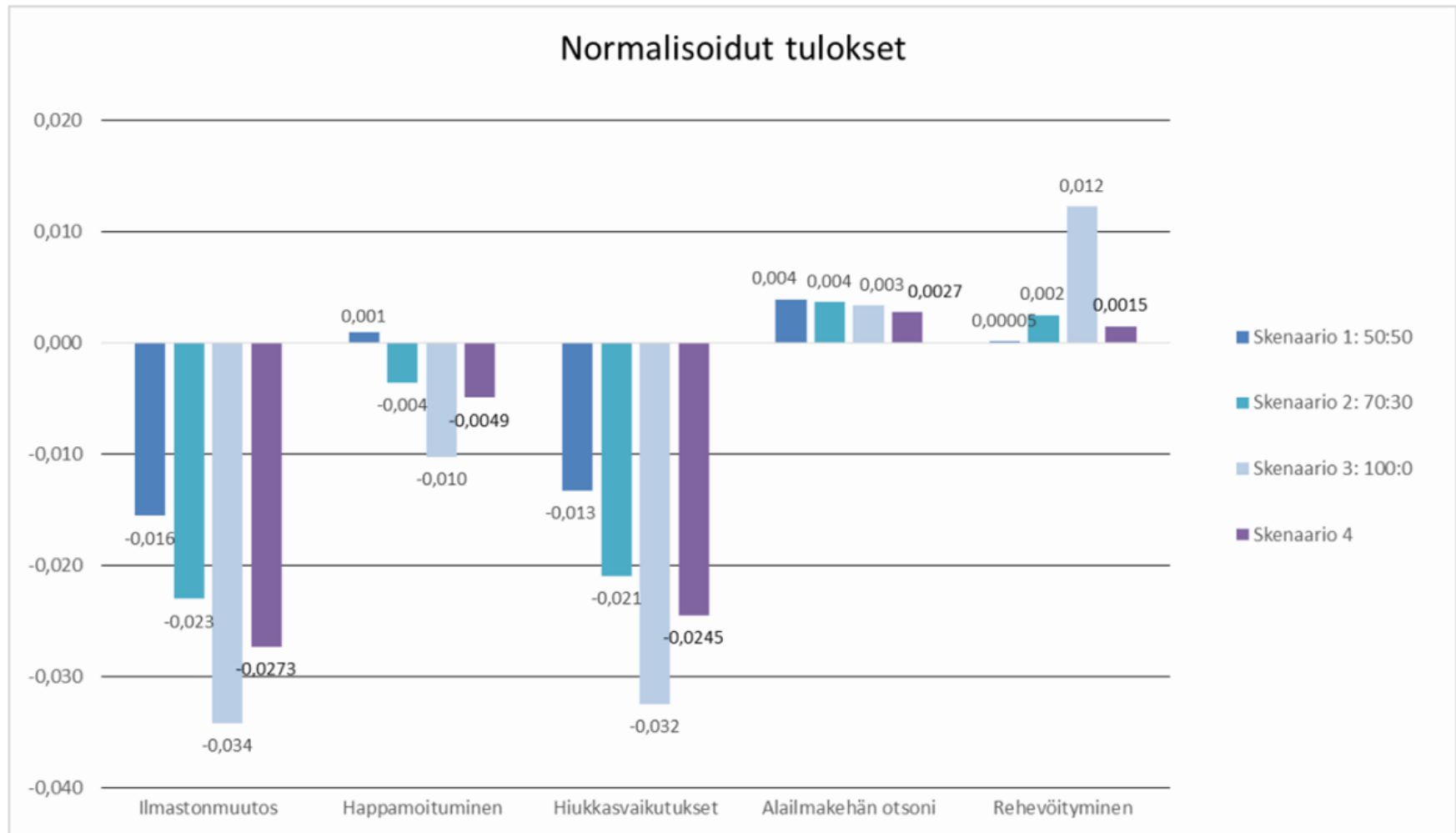
- Aiemmassa hankkeessa tehtyä GaBi-mallia päivitettiin ja sen muokattavuutta parannettiin
- Tarkoituksena on vertailla ympäristövaikutuksia, kun mädätykseen ja suoraan kompostointiin johdettavia biojättemääriä muutetaan
- Lähes kaikissa ympäristövaikutusluokissa 100 % mädätykseen oli paras skenaario
- Rehevöitymisvaikutus ainoa, joka kasvaa mädätysprosentin kasvaessa



Elinkaarimallinnus kehottaa **maksimoimaan metaanintuoton**

- Tämä ei kuitenkaan ole niin yksinkertaista kuin malli olettaa
- Tilanne voi muuttua, kun energiantuotanto Suomessa muuttuu ilmastoystävällisemmäksi

Elinkaarimallinnuksen tulokset



Johtopäätöksiä projektista

- Mallinnus osoittautui hyväksi tavaksi koota laajaa tutkimustietoa helppokäyttöiseen muotoon
- Prosessin käyttäytymisen ennakoiminen muutostilanteissa on varmempaa ja helpompaa kuin aiemmin
- Elinkaaritarkastelu toi laajemman näkökulman ravinnepainotteiseen projektiin

- Projektista oli selvästi hyötyä HSY:lle ja toivomme, että tuloksista olisi hyötyä myös muille alan toimijoille

Tutkimus- ja kehitystyö biomassojen parissa jatkuu

BIOMASSAT-projektissa etsitään uusia, innovatiivisia tapoja hyödyntää erilaisia biomassavirtoja Ämmässuolla.

Käynnissä esiselvitys, pilottivaiheeseen siirrytään alkuvuodesta 2016.



Ota yhteyttä, jos kiinnostuit – kerromme mielellämme lisää!

Puhtaasti parempaa arkea | En rent bättre vardag | Purely better, every day

KIITOS!

Aino Kainulainen
Jätehuollon kehittäminen
HSY

050 381 4017
aino.kainulainen@hsy.fi



Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster
Helsinki Region Environmental Services Authority