



www.emu.ee

**Eesti Maaülikool**

Estonian University of Life Sciences

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences

Veterinaaria alusteaduste ja populatsioonimeditsiini osakond

Biogaasireaktoris kääritatud põllumajanduslike substraatide digestaadi (kääritusjäägi) keskmise keemilise koostise ja saasteainete (ammoniaak ja väävelvesinik) emissiooni määramine

SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse 2014.a. keskkonnakorralduse alamprogrammi projekt, leping nr. 3327 (KIKi DHSi nr. 3-2\_1/77-4/2014)

Aruanne



KESKKONNAINVESTEERINGUTE  
KESKUS

Tartu 2016

## Sisukord

1. Sissejuhatus .....	3
2. Aparatuur ja mõõtmiste teostamine.....	4
3. Tulemused .....	5
4. Kokkuvõte ja soovitused .....	7
5. Kasutatud kirjandus .....	8
6. Lisad .....	10

## 1. Sissejuhatus

Käesoleval ajal toodetakse Eestis biogaasi viies suures biogaasijaamas, mille substraat pärineb põllumajanduslikest allikatest. Biogaasi toodetakse põhiliselt veise-, vähemal määral sea vedelsõnniku baasil. Lisasubstraatideks on ka veise-, sea- ja linnu tahesõnnik, rohusilo, teraviljajäägid ning toiduainetetööstuse jääkproduktid.

Biogaasi sünteesiprotsessi käigus tekib orgaanilistest ühenditest (valgud, rasvad, süsivesikud) anaeroobses keskkonnas mikroobide elutegevuse tulemusena metaan ( $\text{CH}_4$ ) ning süsihappegaas ( $\text{CO}_2$ ). Samuti sisaldab biogaas sõltuvalt kasutatavast substraadist suuremal või vähemal määral ammoniaaki ( $\text{NH}_3$ ), väävelvesinikku ( $\text{H}_2\text{S}$ ) ning muid gaase. Nimetatud protsessi tulemusena muutub ka lähtematerjali (substraadi) keemiline koostis. Käärimisprotsessi käigus väheneb algmaterjali orgaanilise kuivaine sisaldus, sõltuvalt selle päritolust 20-80%. Orgaanilise aine lagunemise tagajärjel viiakse osa orgaaniliselt seotud lämmastikust ammooniumlämmastiku ( $\text{NH}_4^- - \text{N}$ ) vormi, peamiselt ammooniumkarbonaadiks. Sellest tulenevalt suureneb kääritusjäägi ammooniumlämmastiku sisaldus 5-10% võrreldes vedelsõnnikuga. Tahesõnniku kääritamisel võib ammooniumlämmastiku osakaal isegi kahekordistuda (Roschke, 2003; Amon, Boxberger 2000, Amon jt., 2003). Digestaadi kõrgem ammooniumlämmastiku kontsentratsioon suurendab aga ammoniaagi emissioonipotentsiaali keskkonda. Kirjandusallikate andmetel substraadi üldlämmastiku sisaldus käärimisprotsessi jooksul oluliselt ei vähene. Võrreldes algmaterjaliga, suureneb veidi kääritusjäägi üldlämmastiku kontsentratsioon, kuna kuivaine laguneb ja selle osakaal väheneb. Teiste oluliste toitainete (P, K, Ca ja Mg) kogus kääritusjäägis ei muutu. Sarnaselt lämmastikuga viiakse osa fosforist anorgaanilisse vormi, mis on taimedele kergemini omastatav. Käärimisprotsessi käigus suureneb sarnaselt lämmastikuga ka teiste elementide kontsentratsioon (Jäkel jt., 2002; Amon jt., 2002).

Projekti eesmärgiks oli selgitada, kuidas mõjutab anaeroobne kääritamine digestaadi keskmist keemilist koostist (üld-N,  $\text{NH}_4^- - \text{N}$ , P, K kg/t) ja saasteainete ( $\text{NH}_3$  ja  $\text{H}_2\text{S}$ ) emissiooni digestaadi hoidlast säilitusperioodi kestel. Vedelsõnniku ja digestaadi keemilise koostise võrdlusandmetena kasutati põllumajandusministri määruses nr. 71 (14.07.2014) „Eri tüüpi sõnniku toitainete sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhooldlate mahu arvutamise meetodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid“ lisa 3 (<https://www.riigiteataja.ee/akt/116072014008>) toodud näitajaid. Ammoniaagi ja väävelvesiniku lendumise keskmisi näitajaid võrreldi SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse 2010.a. keskkonnakorralduse alamprogrammi projekt nr. 5 (sihtfinantseerimise leping nr. 10-

10-1583) „Sõnnikuhoidlatest välisõhku lenduvate lämmastik- (NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>) ja väävliühendite (H<sub>2</sub>S) emissioonifaktorite määramine“ tulemustega ([http://vl.emu.ee/userfiles/instituudid/vl/VLI/tervisjakeskk/KIK\\_2010\\_5.pdf](http://vl.emu.ee/userfiles/instituudid/vl/VLI/tervisjakeskk/KIK_2010_5.pdf)).

## 2. Aparatuur ja mõõtmiste teostamine

Saasteainete emissiooni mõõtmiseks kasutati filtreeritud õhu pealevooluga tuuletunnelit. Tuuletunnel paigutati digestaadihoidlas vastavale ujukile. Tuuletunneliga mõõtmine võimaldas arvutada saasteainete hetkelised heitkogused uuritava pinnatühiku kohta.

Gaaside lendumise määramisel kasutati mõõtevahendina automaatanalüsaatorit Dräger X-am 7000 ja Jerome 631-x.

Sõnnikuhoidlatest eraldunud saasteainete heitkogused arvutati valemiga:

$E = c \times V/S$ , kus:

$c$  - on uuritava gaasi kontsentratsioon väljavoolus, ppm;

$V$  - on tuuletunnelisse pumbatava õhu mahtkiirus, m<sup>3</sup>/h;

$S$  - on tunnelialune pindala, m<sup>2</sup>.

Kuna saasteainete, eriti ammoniaagi ja väävelvesiniku emissioon sõltub otseselt temperatuurist, siis fikseeriti mõõteperioodi kestel ka õhutemperatuuri ja niiskuse näitajad (vt. lisa 1).

Kasutatud aparatuuri loend ja seadmete kirjeldus on toodud tabelis 1. Mõõtmised viidi läbi üks kord kuus kahe biogaasijaama kääritusjäägi hoidlatel. Mõõtmised teostati OÜ Estonia Kõrtsi farmi laguuntüüpi hoidlal (Oisu biogaasijaam) ning AS Tartu Agro Vorbuse farmi rõngasmahutil (Ilmatsalu biogaasijaam). Hoidlatelt saadi emissioone iseloomustavad andmerealad 19 kuu lõikes. Ühe mõõteperioodi pikkuseks kujunes keskmiselt 24 tundi, tulenevalt peamise gaasianalüsaatori (Dräger X-am 7000) akude vastupidavusest. Andmed s.t. gaaside kontsentratsioonid (ppm) fikseeriti ühe ning õhu temperatuur (C°) ja -relatiivne niiskus (%), 10 min. intervalliga.

Digestaadiproovid võeti spetsiaalse proovivõtu seadmega üks kord kuus mõlemast hoidlast kahes korduses. Proovid analüüsiti Põllumajandusuuringute Keskuse laboris akrediteeritud sõnnikuanalüüsi meetodikaid kasutades. Kääritusjäägi proovides määrati kuivaine, kogulämmastiku, -fosfori ja -kaaliumi ning nitraat- ja ammooniumlämmastiku sisaldused.

Tabel 1. Kasutatud aparatuur

Nimetus	Kirjeldus
Tuuletunnel	Pindala 0,5 m <sup>2</sup> , õhu läbivoolu kiirus 6 m <sup>3</sup> /h, maht 0,075 m <sup>3</sup>
Dräger X-am 7000	Andmete salvestusseadmega varustatud gaasianalüsaator. Mõõdetavad gaasid: metaan (IR sensor, mõõtevahemik 5-100 vol%, süsihappegaas (IR sensor, mõõtevahemik 350-50 000 ppm), ammoniaak (EC sensor, mõõtevahemik 1-200 ppm), väävelvesinik (EC sensor, mõõtevahemik 1-100 ppm).
Jerome 631-x	Andmete salvestusseadmega varustatud gaasianalüsaator. Mõõdetavad gaasid: väävelvesinik (mõõtevahemik 0,003-50 ppm).
Rotronic HygroLog	Andmete salvestusseadmega varustatud seade õhu temperatuuri ja niiskusesisalduse mõõtmiseks.

### 3. Tulemused

Ammoniaagi ja väävelvesiniku emissioon kuude ja mõõtekohtade lõikes on esitatud tabelis 2.

Tabel 2. Ammoniaagi ja väävelvesiniku emissioon kuude ja mõõtekohtade lõikes

Periood (kuu, aasta)	Emissioon							
	Vorbuse				Oisu			
	NH <sub>3</sub>		H <sub>2</sub> S		NH <sub>3</sub>		H <sub>2</sub> S	
	ppm	g/24h/m <sup>2</sup>	ppm	g/24h/m <sup>2</sup>	ppm	g/24h/m <sup>2</sup>	ppm	g/24h/m <sup>2</sup>
10.2014	0,00	0,000			2,19	0,474		
11.2014	7,62	1,646			0,00	0,000		
12.2014	1,22	0,264			0,00	0,000		
01.2015	2,30	0,497			0,00	0,000		
02.2015	0,00	0,000			0,00	0,000		
03.2015	6,48	1,400			0,12	0,026		
04.2015	3,46	0,747			6,69	1,445		
05.2015	14,58	3,149	0,118	0,051	3,25	0,703	0,019	0,008
06.2015	8,61	1,860			0,57	0,123		
07.2015	12,53	2,707	0,108	0,047	0,90	0,195	0,037	0,016
08.2015	10,86	2,345	0,024	0,010	1,10	0,237	0,014	0,006
09.2015	2,69	0,582			0,02	0,003	0,003	0,001
10.2015	1,23	0,267			0,85	0,183	0,003	0,001
11.2015	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000
12.2015	7,54	1,628	0,001	0,000	0,48	0,103	0,004	0,002
01.2016	0,00	0,000			0,00	0,000		
02.2016	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,003	0,001
03.2016	0,07	0,015			0,00	0,000		
04.2016	3,40	0,735	0,047	0,020	0,00	0,000	0,009	0,004
Keskmine	4,35	0,939	0,043	0,018	0,85	0,184	0,010	0,004
Keskmine (2015)	5,86	1,265	0,050	0,022	1,16	0,252	0,011	0,005
Emissioon g/aasta/m <sup>2</sup> (2015)		<b>467,4*</b>		<b>8,07**</b>		<b>92,0*</b>		<b>1,83**</b>

\* Näitaja leiti konkreetsete kuude emissioonide summana

\*\* Näitaja leiti olemasolevate mõõtmiste keskmise korrutamisel kaheteistkümnega

Tabelist nähtub, et gaaside emissioon ruutmeetri kohta mõõtekohtade lõikes aasta keskmisena erines ca 5 korda. Selle põhjusteks on järgmised asjaolud:

\* Hoidla täitmise tehnoloogia. Oisu biogaasijaamas pumbatakse digestaat läbi järelkäiriti laguuntüüpi hoidlasse sõnnikukihi alla. Selle tulemusena laguuni pinnale tekkinud naturaalne koorik ei purune. Vorbuse farmis pumbatakse Ilmatsalu biogaasijaamast pärinev digestaat rõngasmahutisse sõnnikukihi peale. Selle tagajärjel märkimisväärsed naturaalsed koorikut kääritusjäägi pinnale ei moodustu ning ka emissioon on selle tõttu suurem.

\* Kääritusjäägi kasutamine. Vorbuse farmi sõnnikuhooldlas paiknevat kääritusjäägi kasutati põllukultuuride (mais, rohumaad) väetamiseks vegetatsiooniperioodi jooksul korduvalt. Selle tulemusena oli naturaalse, emissioone vähendava kooriku moodustumine takistatud. Oisu jaamas tühjendati hoidlat 2 korda aastas, vegetatsiooniperioodi alguses kevadel ning sügisel. Suveperioodil kui saasteainete emissioonid on kõrge temperatuuri tõttu maksimaalsed oli Oisu biogaasijaama juures paiknev hoidla kaetud naturaalse koorikuga.

\* Kääritusjäägi erinev ammoniumlämmastiku sisaldus (vt tabel 4). Kui Oisu biogaasijaama digestaat sisaldas keskmiselt  $1,46 \text{ kg/m}^3 \text{ NH}_4\text{-N}$ , siis Ilmatsalu jaama vastava näitaja oli  $1,77 \text{ kg/m}^3$ . Kõrgema ammoniumlämmastiku sisalduse korral on suurem ka ammoniaagi emissioon.

\* Erinev väävelvesiniku kahjutustamise tehnoloogia. Ilmatsalu biogaasijaamas lisatakse kääritatavale substraadile enne biogaasireaktorisse suunamist raud(III)kloriidi ( $\text{FeCl}_3$ ), mille tulemusena moodustub kääritis tekkinud väävelvesinikust lahustumatu raudsulfiid ( $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ), s.t väävel jääb kääritusjäägi hulka. Oisu jaamas eemaldatakse tekkinud väävelvesinik biogaasist aga aktiivsöe filtris s.t. suurem osa väävlist on digestaadist eemaldatud.

Tabelis 3 on võrreldud ammoniaagi ja väävelvesiniku keskmise lendumise erinevust kääritamata vedelsõnniku ja kääritusjäägi pinnakihi sarnase tehnoloogilise lahendustega hoidlatest. Vedelsõnnikuhooldlate vastavavad näitajad pärinevad SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse 2010.a. keskkonnakorralduse alamprogrammi projektist nr. 5 (sihtfinantseerimise leping nr. 10-10-1583) „Sõnnikuhooldlatest välisõhku lenduvate lämmastik- ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ ) ja väävliühendite ( $\text{H}_2\text{S}$ ) emissioonifaktorite määramine“.

Tabel 3. Ammoniaagi ja väävelvesiniku aasta keskmise lendumise erinevus kääritamata vedelsõnnikust ja kääritusjäägist sarnase konstruktsiooniga hoidlate pinnakihi

Hoidla tüüp	Kääritamata vedelsõnnik				Kääritusjääk			
	$\text{NH}_3$		$\text{H}_2\text{S}$		$\text{NH}_3$		$\text{H}_2\text{S}$	
	ppm	g/aasta/m <sup>2</sup>	ppm	g/aasta/m <sup>2</sup>	ppm	g/aasta/m <sup>2</sup>	ppm	g/aasta/m <sup>2</sup>
Katmata rõngasmahuti	4,25	295	0,100	15,2	5,86	467	0,050	8,1
Katmata laguun	2,85	220	0,032	4,4	1,16	92	0,011	1,8

Tabelist nähtub, et ammoniaagi emissioon kääritusjäägi pinnakihi suureneb juhul, kui hoidla pinnale ei formeeru naturaalselt koorikut. Väävelvesiniku emissioon digestaadist on ülalkirjeldatud põhjustel aga väiksem.

Tabelis 4 on esitatud kääritusjäägi keskmine keemiline koostis (vt. lisa 2) võrrelduna põllumajandusministri määruses nr. 71 „Eri tüüpi sõnniku toitainete sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhoidlate mahu arvutamise meetodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid“ lisa 3 toodud vedelsõnniku näitajatega.

Tabel 4. Kääritusjäägi ja vedelsõnniku keskmine keemiline koostis

Mõõtekoht	K.a	Üld-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Üld-P	Üld-K
	%	kg/m <sup>3</sup>				
Oisu	3,67	2,65	0,01	1,46	0,32	2,72
Vorbuse	5,43	3,42	0,01	1,77	0,67	2,91
Määrus 71 (piimalehmad*)	5,90	4,74		1,23	1,22	4,09

\* Kuna biogaasi sünteesi peamiseks substraadiks oli piimalehmade vedelsõnnik, siis võrreldi kääritusjäägi keemilist koostist sellega.

Tabelist nähtub, et digestaadi kuivainesisaldus on võrreldes algmaterjaliga vähenenud, see on ka ootuspärane (vt. sissejuhatus). Erinevused üldlämmastiku, -fosfori ja -kaaliumisisalduses on põhjendatavad eelkõige asjaoluga, et lisaks vedelsõnnikule kasutati lisasubstraadina mitmesuguseid taimseid materjale (rohusilo, teraviljajäägid) ja toidutööstuse jääkprodukte (vadak, juustutööstuse jäägid jms). Kääritusjäägi ammooniumlämmastiku sisalduse suurenemine võrreldes vedelsõnnikuga on samuti ootuspärane.

#### 4. Kokkuvõte ja soovitused

Mõõtmistulemuste põhjal saab teha järgmised olulisemad järeldused:

1. Ammoniaagi emissioon kääritusjäägi pinnakihi suureneb juhul, kui hoidla täitmise viisist ja kääritusjäägi kasutamisest. Kui hoidlat täidetakse alt ning tühjendatakse kaks korda aastas, siis digestaadi pinnakihi suureneb naturaalselt koorik vähendab ammoniaagi emissiooni olulisel määral. Sellest tulenevalt võiks keskkonnaministri määruse nr. 8 „Looma ja linnukasvatusest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramismeetodid“ tabelis 5 toodud vedelsõnnikuhoidlate ammoniaagina lendunud lämmastiku koefitsiente, juhul kui püsivat naturaalselt koorikut hoidlale ei teki, suurendada 24%-ni (laguuntüüpi hoidla) ning 14%-ni (rõngasmahuti). Stabiilse naturaalse kooriku korral võiks aga koefitsiente vähendada vastavalt 10 ja 5 protsendini.
2. Korrosiooni põhjustavate omaduste tõttu väävelvesinik biogaasist eemaldatakse. Sellest tulenevalt sisaldab ka kääritusjääk võrreldes algmaterjaliga oluliselt vähem väävlit.

Väävelvesiniku emissioon kääritusjäägi hoidlatest osutus ca poole võrra väiksemaks võrrelduna kääritamata vedelsõnnikuga.

3. Kääritusjäägi keemiline koostis, eelkõige üldlämmastiku, -fosfori ja -kaaliumi sisaldus sõltub suurel määral kasutatavate (lisa) substraatide keemilisest koostisest. Võrreldes algmaterjaliga väheneb kääritusjäägi kuivaine ning suureneb ammooniumlämmastiku sisaldus.

## 5. Kasutatud kirjandus

Amon, B., Moitzi, G., Schimpl, M., Kryvoruchko, V., Wagner-Alt, C. (2002). Methane, Nitrous Oxide and Ammonia Emissions from Management of Liquid Manures. Final Report. November 2002. Research projekt no. 1107; BMLF GZ 24.002/24-IIA1a/98 and extension GZ24.002/33-IIA1a/00. On behalf of Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management and Federal Ministry for Education, Science and Culture.

Amon, T., Boxberger, J. (2000). Biogas production from farmyard manure. In: Martinez, J., Sangiorgi, F. (Eds.): 9th International Workshop of the European Cooperative Research Network „Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture, Ramiran“, 6-9 September 2000, Gargnagno, Italy.

Amon, Th., Kryvoruchko, V., Amon, B., Moitzi, G., Fistarol-Lyson, D., Hackl, E., Jeremic, D., Zollitsch, W., Pötsch, E., Mayer, K., Plank, J. (2003). Endberichtericht „Optimierung der Biogaserzeugung aus den Energiepflanzen Mais und Klee gras“ Forschungsprojekt Nr. 1249 GZ 24.002/59-IIA1/01. Auftraggeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft. Pioneer Saaten Gas.M.B.H Pardorf, Austria.

Põllumajandusministri määrus nr 71 (14.07.2014) Eri tüüpi sõnniku toitainete sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhoidlate mahu arvutamise meetodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid. RT I, 16.07.2014, 8, <https://www.riigiteataja.ee/akt/116072014008>

Jäkel, K., Wanka, U., Albert, E. (2002). Wie aus dem Gärrest Edelmüll wird, Biogas – Strom aus Gülle und Biomasse, Topp Agrar Fachbuch, S. 74-77.

Roschke, M. (2003). Verwertung der Faulsubstrate, in: Biogas in Landwirtschaft – Leitfaden für Landwirte und Investoren im Land Brandenburg, Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Hrsg.), Podstam, S. 29-33

Sõnnikuhoidlatest välisõhku lenduvate lämmastik- (NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>) ja väävliühendite (H<sub>2</sub>S) emissioonifaktorite määramine: (2012). Aruanne. SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse



2010.a. keskkonnakorralduse alamprogrammi projekt nr. 5  
[http://vl.emu.ee/userfiles/instituudid/vl/VLI/tervisjakeskk/KIK\\_2010\\_5.pdf](http://vl.emu.ee/userfiles/instituudid/vl/VLI/tervisjakeskk/KIK_2010_5.pdf) .

## 6. Lisad

Lisa 1

nr	Mõõtetulemused, Vorbuse								
	Periood, kuu, aasta		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	temp	RH	
			vol%	ppm			°C	%	
1 oktoober	22.10.2014	23.10.2014	0,000	300,61	0,00	0,00	-3,06	75,70	
2 november	20.11.2014	21.11.2014	0,033	407,66	7,62	0,09	-0,94	81,34	
3 detsember	11.12.2014	12.12.2014	0,000	313,24	1,22	0,06	0,97	88,91	
4 jaanuar	20.01.2015	21.01.2015	0,034	421,47	2,30	0,00	-1,04	74,57	
5 veebruar	13.02.2015	14.02.2015	0,000	300,00	0,00	0,00	-0,37	93,43	
6 märts	26.03.2015	27.03.2015	0,000	300,00	6,48	0,00	4,62	64,85	
7 aprill	28.04.2015	29.04.2015	0,004	315,09	3,46	0,00	10,77	100,00	
8 mai	22.05.2015	23.05.2015	0,372	1822,11	14,58	0,118	0,02	15,54	62,52
9 juuni	19.06.2015	20.06.2015	0,592	4298,79	8,61	0,00	17,03	87,61	
10 juuli	28.07.2015	29.07.2015	0,090	754,78	12,53	0,108	0,01	19,90	79,94
11 august	24.08.2015	25.08.2015	0,002	303,08	10,86	0,024	0,00	21,00	56,22
12 september	23.09.2015	24.09.2015	0,225	1234,55	2,69	0,00	13,85	74,96	
13 oktoober	26.10.2015	27.10.2015	0,000	300,15	1,23	0,00	5,82	87,51	
14 november	23.11.2015	24.11.2015	0,000	300,00	0,00	0,000	0,00	0,47	80,34
15 detsember	22.12.2015	23.12.2015	0,545	3041,95	7,54	0,001	0,00	6,18	96,49
16 jaanuar	17.01.2016	18.01.2016	0,000	300,00	0,00	0,00	-4,39	70,03	
17 veebruar	12.02.2016	13.02.2016	0,000	300,16	0,00	0,000	0,00	3,48	97,28
18 märts	26.03.2016	27.03.2016	0,000	303,89	0,07	0,00	6,94	61,36	
19 aprill	21.04.2016	22.04.2016	0,000	466,06	3,40	0,047	0,00	11,03	58,65

nr	Mõõtetulemused, Oisu								
	Periood, kuu, aasta		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	temp	RH	
			vol%	ppm			°C	%	
1 oktoober	29.10.2014	30.10.2014	0,000	300,00	2,19	0,00	10,17	73,40	
2 november	26.11.2014	27.11.2014	0,000	300,00	0,00	0,00	0,34	98,64	
3 detsember	16.12.2014	17.12.2014	0,000	321,56	0,00	0,00	3,37	99,04	
4 jaanuar	22.01.2015	23.01.2015	0,000	300,00	0,00	0,00	-2,46	60,25	
5 veebruar	13.02.2015	14.02.2015	0,000	300,00	0,00	0,00	-0,83	95,37	
6 märts	18.03.2015	19.03.2015	0,000	306,60	0,12	0,03	4,58	74,51	
7 aprill	23.04.2015	24.04.2015	0,000	312,32	6,69	0,00	6,20	66,49	
8 mai	26.05.2015	27.05.2015	0,011	339,70	3,25	0,019	0,00	15,97	88,41
9 juuni	16.06.2015	17.06.2015	0,019	300,00	0,57	0,00	13,86	64,96	
10 juuli	23.07.2015	24.07.2015	0,003	624,30	0,90	0,037	0,00	19,17	69,53
11 august	26.08.2015	27.08.2015	0,000	301,91	1,10	0,014	0,00	18,58	77,13
12 september	24.09.2015	25.09.2015	0,000	384,67	0,02	0,003	0,00	15,58	83,45
13 oktoober	27.10.2015	28.10.2015	0,000	300,99	0,85	0,003	0,00	1,10	93,03
14 november	25.11.2015	26.11.2015	0,000	300,00	0,00	0,000	0,00	-0,36	86,18
15 detsember	27.12.2015	28.12.2015	0,000	301,35	0,48	0,004	0,00	-2,86	71,79
16 jaanuar	15.01.2016	16.01.2016	0,000	300,00	0,00	0,00	-7,80	78,11	
17 veebruar	10.02.2016	11.02.2016	0,000	300,00	0,00	0,003	0,00	5,16	98,94
18 märts	24.03.2016	25.03.2016	0,000	300,83	0,00	0,00	3,65	58,00	
19 aprill	26.04.2016	27.04.2016	0,000	300,00	0,00	0,009	0,00	5,56	99,27

J D

Digestaadi keemilise analüüsi tulemused  
Vorbuse

Kuu	KA	Üld-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Üld-P	Üld-K
	%	kg/m <sup>3</sup>				
1 oktoober	6,70	3,9	0,01	2,10	0,86	3,30
	6,70	3,8	0,01	2,10	0,80	3,30
2 november	6,60	3,9	0,01	2,20	0,85	3,40
	6,40	3,7	0,01	2,20	0,83	3,40
3 detsember	6,40	3,7	0,00	2,00	0,83	3,40
	6,00	3,7	0,00	2,00	0,80	3,40
4 jaanuar	7,90	3,6	0,01	1,70	0,75	2,60
	7,60	3,3	0,01	1,60	0,75	2,80
5 veebruar	4,20	3,7	0,01	2,00	0,61	2,80
	4,30	3,7	0,01	2,00	0,63	2,90
6 märts	5,50	3,8	0,01	1,80	0,68	2,90
	5,40	3,8	0,01	1,80	0,71	3,60
7 aprill	5,00	3,6	0,01	1,30	0,70	2,80
	5,10	3,6	0,01	1,40	0,76	2,80
8 mai	4,00	3,5	0,01	1,90	0,56	3,10
	4,10	3,6	0,01	1,90	0,57	3,10
9 juuni	5,30	3,4	0,01	1,91	0,69	3,05
	5,35	3,4	0,01	2,00	0,68	2,97
10 juuli	4,70	3,4	0,01	1,80	0,65	3,40
	4,50	3,4	0,01	1,80	0,59	3,00
11 august	4,00	3,4	0,01	1,40	0,43	2,70
	3,90	3,3	0,01	1,40	0,43	2,70
12 september	5,60	2,9	0,01	2,00	0,74	2,90
	6,00	2,8	0,01	2,00	0,81	2,80
13 oktoober	5,60	2,9	0	1,40	0,60	3,60
	5,30	3,0	0	1,40	0,53	3,30
14 november	7,20	4,0	0	1,70	0,88	2,80
	5,00	3,8	0	1,40	0,85	2,70
15 detsember	8,20	3,7	0	1,60	0,65	2,70
	8,10	3,7	0	1,70	0,67	2,70
16 jaanuar	5,70	3,2	0,01	1,70	0,67	2,50
	6,00	3,3	0,01	1,70	0,61	2,90
17 veebruar	4,60	3,0	0	2,00	0,48	2,70
	4,60	3,1	0	1,90	0,67	2,50
18 märts	2,90	2,6	0	1,60	0,36	2,00
	2,80	2,5	0	1,60	0,51	2,30
19 aprill	4,50	3,1	0	1,60	0,61	2,30
	4,50	3,0	0	1,60	0,58	2,40

Oisu

Kuu	KA	Üld-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Üld-P	Üld-K
	%	kg/m <sup>3</sup>				
1 oktoober	4,70	2,8	0,01	1,60	0,46	3,00
	4,90	2,9	0,00	1,60	0,46	3,10
2 november	3,50	3,1	0,01	1,80	0,40	3,60
	3,50	3,1	0,01	1,80	0,41	3,60
3 detsember	4,40	2,8	0,00	1,50	0,44	3,30
	4,90	3,4	0,00	1,50	0,47	3,30
4 jaanuar	3,40	2,8	0,01	1,60	0,38	3,30
	3,40	2,8	0,01	1,60	0,34	3,00
5 veebbruar	3,60	3,4	0,01	1,70	0,37	3,00
	3,60	3,9	0,01	1,80	0,36	3,00
6 märts	2,20	2,2	0,01	1,20	0,22	2,50
	2,40	2,5	0,01	1,30	0,18	2,30
7 aprill	7,40	4,0	0,01	1,50	0,77	3,10
	6,80	3,9	0,01	1,60	0,63	3,10
8 mai	3,40	3,3	0,01	1,90	0,30	3,30
	3,50	3,3	0,01	1,80	0,30	3,40
9 juuni	1,86	1,5	0,01	1,20	0,09	2,67
	1,93	2,0	0,01	1,50	0,10	2,80
10 juuli	3,20	3,2	0,01	1,80	0,25	2,90
	3,40	3,1	0,01	1,90	0,27	3,20
11 august	5,00	3,7	0,01	1,60	0,28	2,40
	5,00	3,7	0,01	1,60	0,38	2,70
12 september	3,40	2,4	0,01	1,80	0,38	2,80
	2,90	2,1	0,01	1,80	0,37	2,70
13 oktoober	5,90	3,6	0	1,90	0,47	3,10
	5,60	3,5	0	1,90	0,47	3,40
14 november	3,40	1,7	0	0,96	0,24	1,70
	3,80	1,8	0	1,00	0,30	1,70
15 detsember	1,30	1,2	0	0,78	0,07	2,20
	1,30	1,1	0	0,79	0,06	2,20
16 jaanuar	2,90	2,1	0,01	1,50	0,26	2,90
	2,90	1,9	0,01	1,50	0,22	2,70
17 veebbruar	3,50	1,5	0	0,77	0,34	1,40
	3,40	1,1	0	0,68	0,19	1,40
18 märts	4,70	3,5	0	1,80	0,38	3,20
	4,50	3,2	0	1,40	0,40	2,30
19 aprill	2,20	1,5	0	0,89	0,17	1,80
	1,60	1,1	0	0,61	0,12	1,30