

# Eesti Maaülikool

## Projekti

Eesti peamiste põllumajandustoodete hindade ja  
tootmisstruktuuri muutuste analüüs makroökonomiliste  
prognoosimudelitega

## Alateema

### **Põllumajandusloomade poolt eritatavate kasvuhoonegaaside emissiooni analüüs**

## Lisa 3

## Lõpparuanne

Projekti juht: Reet Põldaru  
Projekti täitjad: Jelena Ariva  
Ants-Hannes Viira  
Jüri Roots

Tartu 2015

## SISUKORD

Sissejuhatus .....	3
1. Kasvuhoonegaasid.....	3
1.1. KHG teke loomakasvatustes .....	4
1.2. Aluseks võetud meetodika ja üldised põhimõtted .....	6
1.3. Emissioonifaktorite prognoos mudelis (meetodika ja prognoos) .....	7
1.3.1. Emissioonifaktorid enteraalset fermentatsioonist CH <sub>4</sub> emissiooni prognoosimiseks .....	7
1.3.2. Koefitsiendid sõnnikukäitlusest CH <sub>4</sub> emissiooni prognoosimiseks .....	11
1.3.3. Koefitsiendid sõnnikukäitlusest N <sub>2</sub> O emissiooni prognoosimiseks .....	15
2. Loomade arvu prognoos mudelis .....	17
3. Kasvuhoonegaaside (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> -ekv) prognoos mudelis aastani 2020 .....	21
3.1. Metaani emissioon enteraalset fermentatsioonist.....	21
3.1.1. Veisekasvatus .....	21
3.1.2. Seakasvatus .....	23
3.1.3. Lambakasvatus .....	24
3.1.4. Loomakasvatus kokku.....	24
3.2. Metaani emissioon sõnnikukäitluse süsteemidest.....	25
3.2.1. Veisekasvatus .....	25
3.2.2. Seakasvatus .....	27
3.2.3. Lambakasvatus .....	27
3.2.4. Loomakasvatus kokku.....	28
3.3. Dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitluse süsteemidest .....	29
3.3.1. Veisekasvatus .....	29
3.3.2. Seakasvatus .....	31
3.3.3. Lambakasvatus .....	32
3.3.4. Loomakasvatus kokku.....	33
3.4. Kasvuhoonegaaside emissioon CO <sub>2</sub> ekvivalendina.....	33
3.4.1. Veisekasvatus .....	33
3.4.2. Seakasvatus .....	36
3.4.3. Lambakasvatus .....	36
3.4.4. Loomakasvatus kokku.....	37
Kokkuvõte .....	38
Kasutatud kirjandus.....	41
Lisa 1. Veise-, lamba- ja seakasvatustes sõnniku käitlemise osakaal erinevates sõnnikukäitluse süsteemides perioodil 1993-2020, % .....	44
Lisa 2. Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis prognoosi koostamisel aluseks olevad loomade arvu näitajate prognoosid ning KHG prognoosimiseks mudelisse täiendavalt lisatud näitajad .....	45
Lisa 3. Piimalehmade metaani emissiooni suurus enteraalset fermentatsioonist ühe kilogrammi piima kohta perioodil 1993-2020, kg/kg .....	47
Lisa 4. Piimalehmade metaani emissiooni suurus sõnnikukäitlusest ühe kilogrammi piima kohta perioodil 1993-2020, kg/kg .....	48
Lisa 5. Piimalehmade dilämmastikoksiidi emissiooni suurus sõnnikukäitlusest ühe kilogrammi piima kohta perioodil 1993-2020, kg/kg .....	49
Lisa 6. Piimalehmade kasvuhoonegaaside emissioon CO <sub>2</sub> ekvivalendina ühe kilogrammi piima kohta perioodil 1993-2020, kg/kg .....	50
Lisa 7. Erinevate põllumajandusloomade liikide KHG emissiooni (CO <sub>2</sub> -ekv) osakaal loomakasvatustes tekkivast KHG emissioonist (CO <sub>2</sub> -ekv) kokku perioodil 1993-2020.....	51

## SISSEJUHATUS

Eesti põllumajanduse tootismahud on pärast Euroopa Liiduga (EL) ühinemist märkimisväärselt suurenenud. Lisaks EL ühise põllumajanduspoliitikale on tootismahtude kasvu toetanud ka kasvanud põllumajandustoodangu hinnad. Aastal 2014 oli Eesti põllumajanduse majandusharu toodang 899,5 miljonit eurot ning jooksevhindades võrrelduna oli see 2004. aastaga võrreldes 86,3% võrra kõrgem, brutolisandväärtus kasvas samal ajal 62,6%, netolisandväärtus 36,6% ning ettevõtjatulu 46,5% [PM54]. Seega on põllumajandussektoris loodav väärtus ning põllumajandussektori panus Eesti majanduslikku heaolusse kasvanud.

Tulenevalt Kesk-Euroopa riikidega võrreldes suhteliselt hõredast asustusest ning suhteliselt ekstensiivsest põllumajandustootmisest ei ole põllumajandusest lähtuvad negatiivsed keskkonnamõjud Eestis indiviidi tasandil probleemina tajutavad. Sellegipoolest on ilmne, et põllumajandustoodangu kasvuga kaasneb ka negatiivsete keskkonnamõjude, sh kasvuhoonegaaside emissiooni, suurenemise tõenäosus. Selleks, et prognooside tootismahu muutumisest tulenevat mõju kasvuhoonegaaside emissioonile, täiendati Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeli loomakasvatust (piima ja liha tootmine) puudutavaid blokke kasvuhoonegaaside prognoosimise blokiga.

Käesolev aruanne annab ülevaate kasvuhoonegaasidest ning nende tekkest loomakasvatuses (1. peatükk), kasvuhoonegaaside prognoosi aluseks olevast loomade arvu prognoosist (2. peatükk) ning loomakasvatusest lähtuvate kasvuhoonegaaside prognoosist aastani 2020 (3. peatükk).

## 1. KASVUHOONEGAASID

Kasvuhoonegaaside (KHG) hulka kuuluvad järgmised gaasid: veeaur, süsinikoksiidid, metaan, diämmastikoksiid ning fluoritud gaasid ehk f-gaasid (fluorosüivesinikud, väävelheksafluoriid ja perfluorosüivesinikud). Veeaur ( $H_2O$ ) on osa maa-atmosfääri-maa hüdroloogilisest tsüklist. Veeauru mõju kasvuhooneefektile (KHE) seisneb selles, et temperatuuri tõusmisel suureneb niiskus ning atmosfääris olevad veemolekulid püüavad maapinnalt tagasikiirguva soojuse kinni. Vaatamata sellele, et veeaur põhjustab 2/3 looduslikust KHE-st, annavad peamise panuse KHE-i tehnikule suurendamisele süsinikdioksiid ehk süsihappegaas ( $CO_2$ ), metaan ( $CH_4$ ) ja diämmastikoksiid ( $N_2O$ ). Süsinikdioksiid on põhiline KHG, mis tekib enamasti põlemisprotsesside käigus. Metaan on KHG-st tähtsusele teine gaas (põhjustab ca 20% KHE-st), mille inimtegevusega seotud allikateks on põllumajandus (loomakasvatus), prügilad, heitvesi (sh selle töötlemine) ning maagaasi tootmine ja jaotamine. Vaatamata sellele, et metaani heitkogused on palju väiksemad kui süsinikdioksiidil, on tema kliima globaalse soojenemise potentsiaal<sup>1</sup> (*Global Warming Potential*, GWP) 21 korda suurem kui  $CO_2$ -l. Diämmastikoksiid (globaalses kontekstis tähtsusele kolmas gaas, põhjustab ca 6% KHE-st) moodustub lämmastikurikas keskkonnas anaeroobsetes tingimustes, põllumajanduses on selle allikaks peamiselt lämmastikku (N) sisaldavate väetiste kasutamine taimekasvatuses.  $N_2O$  KHE põhjustamise potentsiaal on 310 korda suurem kui süsihappegaasil. F-gaasid on uued ja täielikult inimese tegevuse poolt põhjustatud gaasid (näiteks tekivad elektroonikatööstuses, alumiiniumi tootmisel ning erinevate aerosoolide, jahutus- ja külmutusseadmete ja tulekustutusseadmete kasutamisel), mille GWP on kuni 23 900 suurem kui  $CO_2$ -l, lisaks jäävad need gaasid pikaks ajaks atmosfääris püsima. F-gaaside emissioone hakati registreerima alles hiljuti. [Kasvuhooneefekt ...; Kliimamuutuste ...; Millised ... 2011; Eesti keskkonnaindikaatorid ... 2014, lk 7]

Loodulik KHE on normaalne nähtus, see hoiab maakera temperatuuri sellisena, et maakera elustik säilib. KHE probleem algas siis, kui inimtegevuse käigus hakkas eralduma atmosfääri rohkem KHG, mis takistavad soojuse tagasipeegeldumist Maalt atmosfääri, ja selle tulemusena hakkas tõusma keskmine õhutemperatuur ja selle kasvu kiirus Maal. [Kasvuhooneefekt ...]

Pärast taasiseseisvumist 1991. aastal (sh EL-ga liitumisel) on Eesti sõlminud mitu rahvusvahelist keskkonnaalast kokkulepet, mille järgi toetab Eesti riikidevahelist koostööd keskkonna parandamiseks ja kaitseks. Vastavalt Kyoto protokollile oli Eesti kohustatud vähendama KHG heitkoguseid perioodil 2008-2012 8% võrra võrreldes 1990. aastaga. EL tasandil on võetud eesmärgiks vähendada KHG heitkogused

<sup>1</sup> Globaalse soojenemise (st kasvuhooneefekti) potentsiaal iseloomustab kui palju on kasvuhoonegaasi üks molekul soojuse tagasipeegeldamise võimelt efektiivsem kui  $CO_2$  molekul [Käitajate tegevusalade ...].

2020. aastaks 20% võrra, 2030. aastaks 40% ning aastaks 2050 80-95% võrra võrreldes 1990. aastaga. Ülemaailmsel tasandil on eesmärgiks vähendada KHG heitkoguseid 50% võrreldes 1990. aastaga.

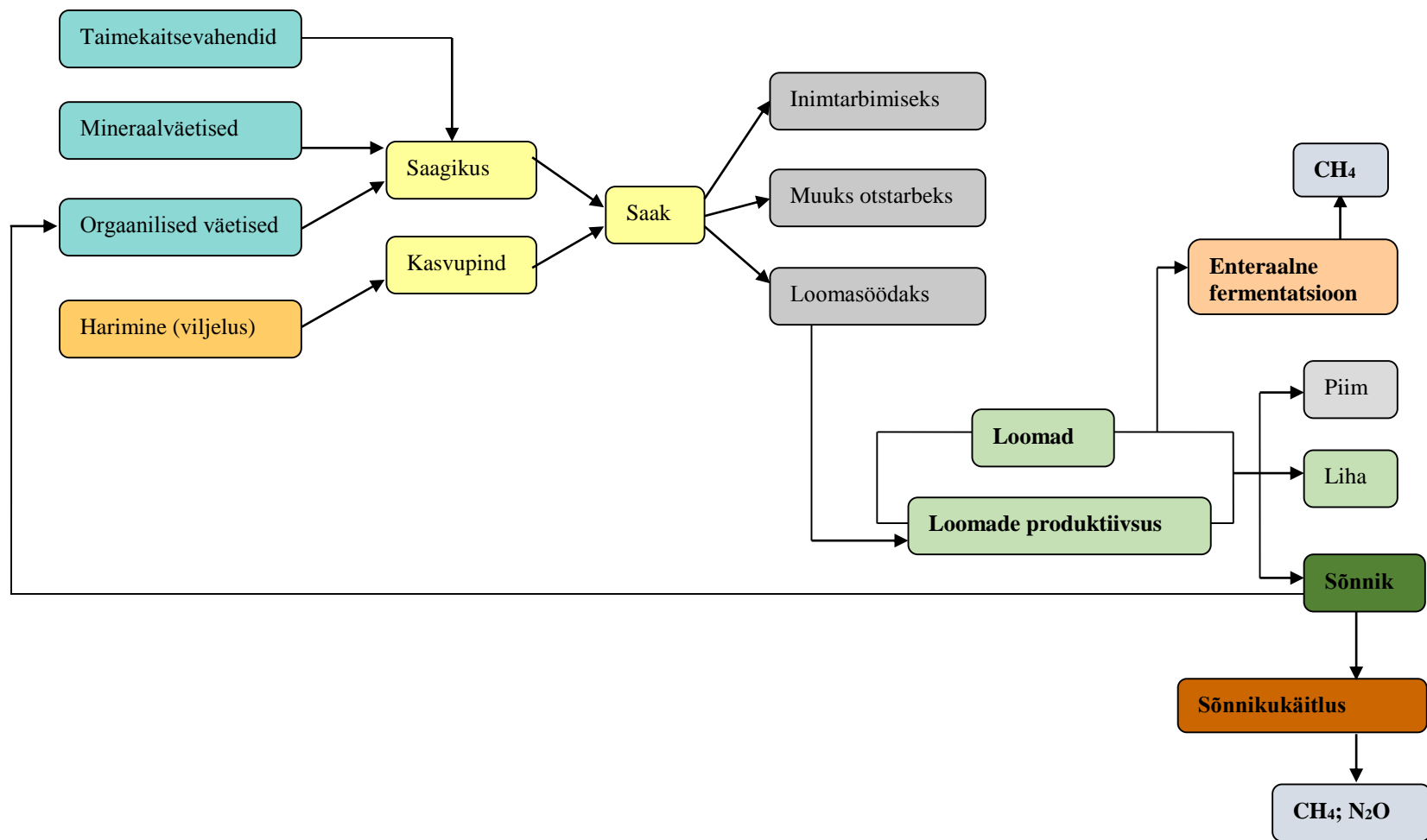
KHG emissioon mõõdetuna CO<sub>2</sub> ekvivalendis<sup>2</sup> (CO<sub>2</sub>-ekv) oli 2012. aastal Eestis ca 53% võrra väiksem kui 1990. aastal. 2012. aastal oli KHG emissioon Eestis 19 188,43 Gg CO<sub>2</sub>-ekv<sup>3</sup> (ei ole arvestatud LULUCF (*Land Use, Land Use Change, Forestry*) ehk maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse mõju), millest 6,9% oli põhjustatud põllumajandusesektori poolt. Võrdluseks: Lätis moodustab KHG emissioon põllumajandusest KHG emissioonist 22%, Leedus 23,4%, Soomes 9,3% ning Venemaal 6,3%. Vaatamata sellele, et Eesti KHG emissioonid on hetkel püstitatud eesmärkidest madalamad, otsib Eesti otsib pidevalt võimalusi liikumiseks madala süsinikuga majanduse suunas. [Eesti kuues ... 2013, lk 20-21; Euroopa ..., Eesti võimalused ... 2013, lk 8; 2030 Climate ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, pp 13-17; Kliimamuutused ...; Latvia's ... 2014, p 253; Lithuania's ... 2014, p 14; Finland's ... 2014, p 47; Национальный ... 2014, стр 7]

### 1.1. KHG teke loomakasvatuses

Eesti põllumajandussektoris moodustuvad KHG heitkogused kariloomade enteralse (soolesise) fermentatsiooni CH<sub>4</sub> emissioonidest, sõnniku käitlemisel tekkivatest CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O emissioonidest ning otsesest ja kaudsetest N<sub>2</sub>O emissioonidest põllumajandusmaalt (otsesed on seotud väetiste, loomasõnniku ja reoveesete kasutamisega taimekasvatuses ning kaudsed on seotud lämmastiku (N) leostumise, äravoolu ning sadestumisega atmosfääris). [Eesti kuues ... 2013, lk 65] Loomadel hingamise käigus tekkivat CO<sub>2</sub> kogust ei arvestata, eeldades, et fotosünteesi käigus taimede poolt seotud CO<sub>2</sub> tuleb tagasi atmosfääri loomade/lindude hingamise kaudu ning aastased süsihappegaasi netoheitkogused on loomakasvatuses võrdsed nulliga [2006 IPCC ... 2014, p 10.7]. Joonis 1 on esitatud loomakasvatuses KHG-de (metaan ja dilämmastikoksiid) „tekkkohad“, milleks on soolesisene fermentatsioon ja sõnnikukäitus. Kui lähtuda olelusringi mõistest, mis näeb toodangu tootmist kui protsessi alates tooraine hankimisest ja töötlemisest kuni toote lõpliku kõrvaldamiseni, võib põllumajanduses tekkivate KHG-de hulka lisada ka nii vajalike sisendite tootmisel kui ka väljundite töötlemisel ning nende transportimisel tekkivaid heitkoguseid (eelkõige CO<sub>2</sub>) [Energiamõjuga ...], kuid antud uurimuses on vaatluse alla võetud loomakasvatusega otseselt seotud kasvuhoonegaasid ehk metaan ja dilämmastikoksiid. Metaan, mis moodustub nii enteralse fermentatsiooni kui ka sõnnikukäitluse käigus, ning dilämmastikoksiid sõltuvad enamasti loomade arvust (ja liigist) ja nende produktiivsusest (nt väljalüps lehma kohta).

<sup>2</sup> Kasvuhoonegaaside võrdluse aluseks on nn süsihappegaasi ekvivalent, mis on üks tonn CO<sub>2</sub> või muud CO<sub>2</sub> koguseks ümber arvatud KHG (ümber arvatamisel kasutatakse kasvuhoonegaaside globaalse soojenemise potentsiaali) [Eesti võimalused ... 2013, p 6; Käitajate tegevusalade ...].

<sup>3</sup> Gg – gigagramm, 1 miljon kilogrammi (1000 tonni) [Eesti võimalused ... 2013, p 6].



Allikas: autori koostatud

**Joonis 1.** Põllumajanduse (taime- ja loomakasvatus) plokk skeem koos loomakasvatuses tekkivate kasvuhoonegaaside ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) allikatega

## 1.2. Aluseks võetud meetodika ja üldised põhimõtted

Eesti põllumajandussektoris hinnatakse riiklikul tasandil (Keskkonnaministeerium) KHG emissioone järgmiste kategooriates:

- loomakasvatases vahetult emiteeritud CH<sub>4</sub>;
- sõnnikukäitlusest tulenev CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O emissioon;
- põllumajanduslikelt muldadelt tulenev otsene ja kaudne N<sub>2</sub>O emissioon;
- kulu põletamisel emiteeritud CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O.

Dilämmastikoksiidi emissioonid loomasõnnikust karjamaadel karjatamisel ja „nn sekundaarsed kaod lämmastikuühendite depositsioonist atmosfääris ja leostuva nitraat-lämmastiku denitrifitseerumisel jõgedes ja märgalades“ arvestatakse põllumajanduslikelt muldadelt tuleneva kaudse N<sub>2</sub>O emissiooni hulka. [Eesti võimalused ... 2013; lk 174; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 207]

Vastavalt Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni (ÜRO) kliimamuutuste raamkonventsiooni (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC), Kyoto protokoll ja EL kasvuhoonegaaside heite seire- ja aruandlusmehhanismile esitab Eesti igal aastal riikliku inventuuriaruande (*National Inventory Report*, NIR) ja ühtse aruandevormi (*Common Reporting Format*, CRF) tabelid, mille andmed hõlmavad heitkoguste hinnanguid alates 1990. aastast kuni aruande esitamise aasta suhtes üle-eelmise aastani. Eestis kasutatavad meetodid, lähteandmete kogumine ja eriheiteturrite valik on kooskõlas IPCC<sup>4</sup> 1996. aastal üle vaadatud juhistega riiklike KHG-de inventuuride koostamiseks (IPCC 1996), IPCC hea tava juhistega (IPCC 2000), IPCC hea tava juhistega maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse kohta (IPCC 2003) ning IPCC 2006. aasta juhistega riiklike KHG-de inventuuride kohta (IPCC 2006).“ [Eesti kuues ... 2013, lk 20] Antud uurimuses on aluseks võetud nii IPCC 2006 kui ka 2014. aastal Eesti esitatud NIR ja CRF perioodi 1990-2012 kohta, mis sisaldavad vajalike andmeid ja hinnanguid Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis kasutamiseks, milles prognoosid baseeruvad andmetel alates 1992. aastast. Lähtuvalt sellest, et Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis on olemas andmed ja prognoosid perioodiks 1992-2020 veise-, sea- ja lambakasvatuse loomade arvu kohta, on uurimuse alla võetud just KHG-de (metaan ja dilämmastikoksiid) emissioonide suuruse prognoos, mis baseerub loomade arvu ja produktiivsuse prognoosil.

Loomakasvatases tekkivate KHG-de (CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O) emissiooni suuruse prognoosimiseks on vajalik loomade arv liikide kaupa, mida on omakorda tarvis määrata kategooriatesse (sh alamkategooriad), ning erinevate KHG-de emissioonifaktorid, mis sõltuvad nii loomade kategooriate karakteristikutest (vanus, kehamass) kui ka sõnnikukäitlemise süsteemidest (sõnnikukäitlemise süsteemide mõjust CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O emissioonifaktoritele vt täpsemalt alapeatükkides 1.3.2. ja 1.3.3.). Vaatamata sellele, et loomade karjatamisel karjamaadel sõnnikust tekkiv dilämmastikoksiid arvestatakse põllumajanduslikelt muldadelt tuleneva kaudse N<sub>2</sub>O emissiooni hulka, on selles töös seda käsitletud osana loomakasvatusest põhjustatud KHG-de heitkogustest. Seega, karjamaale jäetud sõnnikust eralduv dilämmastikoksiid on arvestatud loomakasvatuse KHG emissioonide hulka ning seda käsitletakse ühe sõnniku käitlemise süsteemina.

Eesti riiklik kasvuhoonegaaside inventuur (NIR) baseerub IPCC meetoditel 1 ja 2 (*tier 1* ja *tier 2*)<sup>5</sup> ning emissioonifaktoritel, mis on kas valitud IPCC poolt pakutud variantidest (*IPCC default*) (vastavalt riigi karakteristikutele) või on riigispetsiifilised [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, pp 210-212]. Riigispetsiifiliste KHG-de emissioonifaktorite prognoosimiseks on aluseks võetud NIR-is ja CRF-is olemasolev emissioonifaktorite aegrida alates 1992. aastast ning Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeli loomade ja loomade produktiivsuse näitajad (sh prognoositud näitajad). Vaikimisi kasutatud emissioonifaktorid (IPCC järgi) jäävad kogu prognoosiperioodi jaoks samaks (st on staatilised).

Lähtuvalt Eesti piimanduse strateegiast 2012-2020, kus on eesmärgiks saavutada aastase piima kogutoodangu kasv 1/3 võrra (nn miljon tonni) [Eesti piimanduse ... 2012, lk 14], ja piimaturul valitsevast reaalsest olukorrast, kus madal piima kokkuostuhind sunnib piimatootjaid ettevõtteid sulguma ja piimalehmi

<sup>4</sup> IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) – valitsustevaheline kliimamuutuste ekspertrühm [Eesti kuues ... 2013; lk 12].

<sup>5</sup> Meetod 1 (*tier 1*) on lihtsustatud lähenemine KHG emissioonide leidmisel, mis kasutab vaikimisi üldisi emissioonifaktoreid kirjandusest või neid, mis on leitud põhjalikuma meetodiga 2. Sobib kasutamiseks, kui puuduvad meetodi 2 jaoks vajalikud andmed või KHG emissioonide allikas ei ole võtmetähtsusega. Meetod 2 (*tier 2*) vajab riigispetsiifilisi andmeid ja karakteristikuid ning annab täpsema tulemuse. [2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.26, p 10.35, p 10.53]

viima tapamajja või söödaratsiooni muutmise arvelt vähendada piimatoodangut nii lehma kohta kui ka kokku, on Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis tehtud kaks stsenaariumi. Ühe stsenaariumi (lühendiga mil) järgi kasvab piima kogutoodang prognoositud perioodi lõpuks vähemalt ühe miljoni tonnini (nii piimalehmade arvukuse kui ka piimakuse suurenemisel), teise stsenaariumi (lühendiga tag) kohaselt on piima kogutoodangu kasv pigem tagasihoidlik ja baseerub olukorral piimaturul. Võrdluseks on toodud ka statistilised näitajad aastani 2014 (lühendiga stat).

### 1.3. Emissioonifaktorite prognoos mudelis (metoodika ja prognoos)

#### 1.3.1. Emissioonifaktorid enteraalsest fermentatsioonist CH<sub>4</sub> emissiooni prognoosimiseks

Enteraalne või soolesisene fermentatsioon on protsess, mille käigus toimub kariloomade seedetraktis olevate mikroobsete organismide mõjul tarbitud sööda kääritamine ning selle tulemusena moodustub metaan, mis eraldub peamiselt hingamise (suu) kaudu [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 218]. Üldiselt metaani emissioonifaktori arvutamine soolesisest fermentatsioonist toimub järgmise valemi (1) alusel [2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.31]:

$$EF = \frac{GE * \left(\frac{Y_m}{100}\right) * 365}{55,65}, \quad (1)$$

kus:

- EF on emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- GE on koguenergia (*gross energy*) tarbimine, MJ/pea/päev,
- Y<sub>m</sub> on metaani muundamise (*conversion*) faktor, sööda koguenergia %, mis muutub metaaniks,
- koefitsient 55,65 on metaani energiasisaldus, MJ/kg CH<sub>4</sub>.

Seega enteraalse fermentatsiooni käigus eralduva metaani emissioonifaktor sõltub nii loomade energia tarbimisest kui ka metaani muundamise faktorist (Y<sub>m</sub>), mis omakorda sõltub sööda koostisest ja omadustest [2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.30]. Enamasti kasutatakse vajaliku sööda koguse ja ka tarbitava energia suuruse hindamiseks järgmisi loomade näitajaid [2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.12]:

- kehamass (kg),
- keskmine ööpäevane kehamassi juurdekasv (kg),
- söötmise tingimused (laudas pidamine, karjatamine, rohumaade omadused),
- keskmine päevane väljalüps (kg/ööpäev) ja piima rasvasisaldus (%),
- keskmine töötundide arv päevas<sup>6</sup> (t/ööpäev),
- aasta jooksul poegivate emasloomade protsent,
- villa kasv,
- pesakondade arv,
- söötade seeduvus (%).

Sõltuvalt loomade liigist ja kategooriast, vanusest, soost jne ning ülaltoodud näitajate suurusest on võimalik hinnata energia kogust, mis on vajalik loomale nii elatuseks kui ka kehamassi juurdekasvu, tiinuse ja laktatsiooni jaoks.

##### 1.3.1.1. Veised

Metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist sõltub veiste puhul loomade vanusel põhinevatest kategooriatest ja alamkategooriatest [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, pp 213-214, p 219]:

- täiskasvanud piimalehmad;
- täiskasvanud veised (st mitte-piimalehmad):
  - veised,
  - lehmad;
- noorveised:

<sup>6</sup> Hobuste ja veiste töötunnid, kui nende abil tehakse tööd.

- vasikad vanuses 0-6 kuud,
- vasikad vanuses 6-12 kuud,
- mullikad (vanuses 12-24 kuud).

Vasikate jaotus vanuselisel 0-6 kuud ja 6-12 kuud on tingitud sellest, et vasikad oma elu esimestel kuudel saavad peamiselt piima, mille tõttu metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist vasikate elu esimestel kuudel on võrdne nulliga. Lisaks sellele areneb vasikate eesmao esimene osa välja 7-9 nädalal, pärast seda veel mitme nädala jooksul on metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist madal (võrreldes vasikatega vanuses 6-12 kuud) tänu nii energia madalamale vajadusele (tarbimisele) kui ka metaani muundamise faktorile  $Y_m$ . [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 213, 223; National ... 2014, p 445]

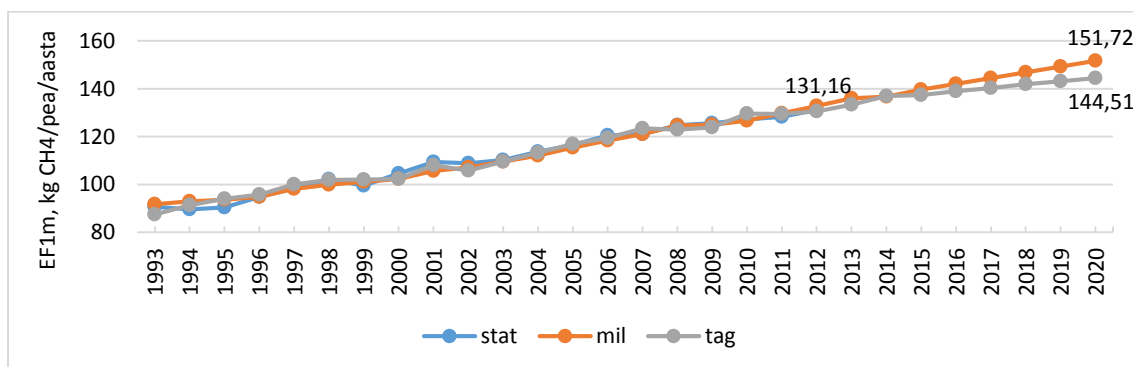
Veiste puhul sõltub metaani emissioonifaktor (enteraalsest fermentatsioonist) vajalikust energiast elatuseks, füüsiliseks aktiivsuseks, laktatsiooniks (piimalehmade puhul), tööks (juhul, kui veiste abil tehakse tööd), tiinuseks (lehmade puhul), kehamassi juurdekasvuks ning ka seeditava energia %-st kogu energiast. Kui arvestada, et veiste elamiseks, aktiivsuse säilitamiseks, kasvuks ja lehmadel tiinuse jaoks vajalik energia kogus eriti ei muutu (loomade normaalsete füsioloogiliste protsesside puhul), siis põhiline, millest sõltub metaani emissioonifaktor piimalehmade puhul on energia laktatsiooni jaoks. Kui jälgida statistilisi andmeid [PM12] aastase keskmise väljalüpsi kohta (1992. aastal 3 530 kg/lehm, 2013. aastal 7 990 kg/lehm ning Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeli prognoosi järgi 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi 10 099 kg/lehm ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 9 140 kg/lehm), siis võib arvestada, et keskmise väljalüpsi kasvuga on kasvanud ja kasvab ka edaspidi piimalehmade energiavajadus. Muude täiskasvanud veiste puhul sõltub emissioonifaktor veiste ja lehmade osakaalust täiskasvanutest veistest kokku ning noorveiste puhul vasikate (erinevas vanuses) ja mullikate osakaalust noorveistest kokku.

Piimalehmade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist (EF1m) prognoositi mõlema stsenaariumi puhul regressioonimudeliga, kus sõltumatud muutujad olid mudeli endogeensed muutujad piimatoodang lehma kohta aastas (kg/lehm) (YP3) ja piima rasvasisaldus (%) (rasv). Mõlema stsenaariumi kohaselt on mudeli parameetrid samad, emissioonifaktori suurus sõltub piimalehmade produktiivsuse ja piima rasvasisalduse varieeruvusest.

Metaani emissioonifaktori piimalehmade enteraalsest fermentatsioonist iseloomustab järgmine võrrand (2):

$$EF1m = 19,9544 + 0,0102 * YP3 + 8,5861 * rasv \quad (2)$$

Joonis 2 on esitatud 2014. aastal esitatud CRF-i andmete põhjal piimalehmade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist (periood 1993-2012) ning Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeliga tehtud emissioonifaktori prognoosid kuni 2020. aastani. Tehtud prognooside kohaselt kasvab piimalehmade metaani emissioonifaktor koos piimalehmade produktiivsusega.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 2.** Prognoositud ja reaalne piimalehmade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist perioodil 1993-2020, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta

2020. aastaks kasvab piimalehmade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist „miljoni tonni“ stsenaariumi (mil) järgi ca 16% võrra ja tagasihoidlikuma stsenaariumi (tag) järgi ca 10% võrra võrreldes 2012. aastaga.



Täiskasvanud veiste (veised ja (liha-)lehmad) metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist oli 2014. aasta CRF-i järgi perioodil 1993-2012 muutumatu, 60,94 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]. Kuigi, kui vaadata erinevate aastate (2003-2014) NIR-ide andmeid, siis täiskasvanud veiste ja lehmade koefitsiendid aastate lõikes varieerusid (nt 2006. aastal oli täiskasvanud veistel emissioonifaktor 68 ja lehmadel 59 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta, 2009. aastal oli 57,2 (veistel) ja 65,6 (lehmadel) kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta ning nii 2011. kui ka 2012. aastal olid näitajad vastavalt 60,93 ja 60,99 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta), mis annab CRF-st erineva tulemuse, kui arvestada täiskasvanute veiste kategoorias veiste ja lehmade osakaaluga (vastavalt CRF-i andmetele perioodi 1993-2012 keskmine on 0,08 veistel ja 0,92 lehmadel). [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ...] Mudelis on kasutatud täiskasvanud veiste enteraalsest fermentatsioonist metaani heitkoguse prognoosimiseks emissioonifaktorit (EF2m) suurus 60,94 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta.

Noorveiste (vasikad vanuses 0-6 kuud, vasikad vanuses 6-12 kuud ja 1-2-aastased mullikad) metaani emissioonifaktor soolesisesest fermentatsioonist (EF3m) sõltub nii loomade vanuselist osakaalust noorveiste kategooriates kui ka emissioonifaktorist iga kategooria jaoks. EF3m prognoosi jaoks on aluseks võetud 2013. ja 2014. aasta NIR-i andmed 2011. ja 2012. aasta emissioonifaktorite kohta (Tabel 1), sest esiteks on eeldatud, et viimaste aastate näitajad on täpsemalt hinnatud ning teiseks on eeldatud, et tehnoloogia ja teadmiste arenguga kajastavad olevikku ja teatud määral tulevikusuunda paremini just viimaste aastate andmed. Lisaks oli NIR-is alates 2011. aastast tehtud vasikate jaotus vanuselisteks gruppideks 0-6 ja 6-12 kuud [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ...].

**Tabel 1.** Noorveiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta

Noorveiste alamkategooria	Emissioonifaktor, kg CH <sub>4</sub> /pea/aasta
Vasikad vanuses 0-6 kuud	9,38
Vasikad vanuses 6-12 kuud	38,50
Mullikad, vanus 12-24 kuud	54,50

Allikas: [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ...; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 224]

Noorveiste jaoks emissioonifaktori EF3m leidmine baseerub valemil (3), mida kasutatakse EF3m prognooside jaoks Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis:

$$EF3m = \frac{\left(\frac{YL44}{2} * 9,38 + \frac{YL44}{2} * 38,50 + YL45 * 54,50\right)}{YL46}, \quad (3)$$

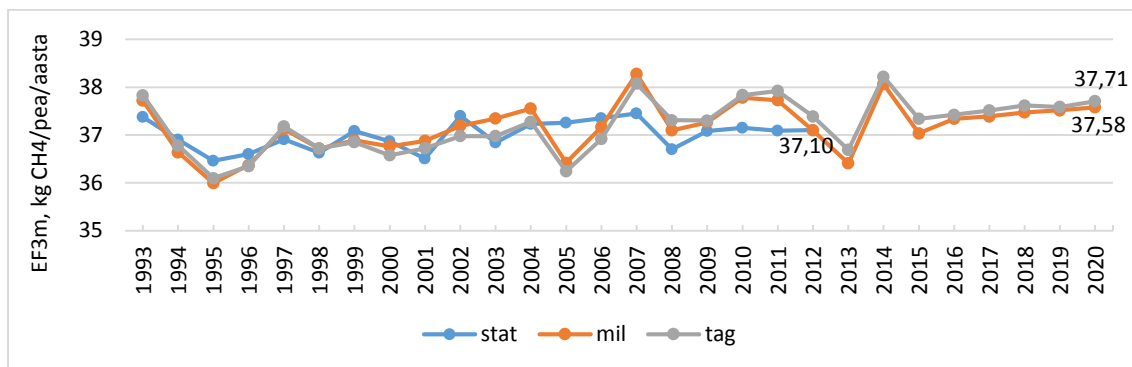
kus

- YL44 on kuni üheaastaste vasikate arv, tuhat,
- YL45 on mullikate arv, tuhat,
- YL46 on noorveiste arv, tuhat.

Vasikate puhul on eeldatud, et vasikatest vanuses kuni üks aasta (YL44) on 50% 0-6-kuuseid vasikaid ja 50% 6-12-kuuseid vasikaid [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 213]. Ehk siis noorveiste metaani emissioonifaktor soolesisesest fermentatsioonist sõltub vasikate ja mullikate osakaalust noorveistest ning emissioonifaktorist.

Joonis 3 on esitatud 2014. aastal esitatud CRF-i andmete põhjal noorveiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist (periood 1993-2012) ning Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeliga tehtud emissioonifaktori prognoosid perioodiks kuni 2020. aastani. Tehtud prognooside kohaselt kasvab noorveiste metaani emissioonifaktor loomade vanusegruppide osakaalude muutumise tõttu.

Mõlema stsenaariumi kohaselt sõltub emissioonifaktori EF3m suurus vasikate juurdesünnist, mis omakorda sõltub piimalehmade ja ammlehmade arvust (mudelis sõltub vasikate juurdesünd ainult piimalehmade arvust). 2020. aastaks kasvab noorveiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist „miljoni tonni“ stsenaariumi (mil) järgi ca 1% võrra ja tagasihoidlikuma stsenaariumi (tag) järgi ca 2% võrra võrreldes 2012. aastaga.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 3.** Prognoositud ja reaalne noorveiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist perioodil 1993-2020, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta

„Miljoni tonni“ stsenaariumis on noorveiste emissioonifaktori EF3m väiksem kasv põhjustatud sellest, et võrreldes tagasihoidlikuma stsenaariumiga on vasikate osakaal noorveiste koguarvust suurem. Erinevates stsenaariumides võib vasikate osakaal noorveistest ja sellest sõltuv noorveiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist varieeruda vahemikus ± 3%.

Vastavalt 2014. aasta Eesti NIR-le on metaani emissioonifaktorite määramatus (*uncertainty*) veiste enteraalsest fermentatsioonist ca ±50%, vaatamata sellele, et veiste emissioonifaktorid on leitud meetodiga 2 (*tier 2*), on vaja läbi viia määramatuse analüüsi iga parameetri jaoks [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 230].

### 1.3.1.2. Sead

Sõltumata sellest, et võrreldes veiste ja lammastega ei ole sead mäletsejad, teatud kogus metaani soolesisese fermentatsiooni käigus ikkagi eraldub. Sigade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist (EF4m) sõltub nii loomade kehamassist kui ka emissioonifaktorist sigade iga kehamassi kategooria jaoks. Tabel 2 on esitatud 2014. aasta NIR-i sigade emissioonifaktorid, mida kasutatakse EF4m prognoosi jaoks.

**Tabel 2.** Sigade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta

Sigade kategooria	Emissioonifaktor, kg CH <sub>4</sub> /pea/aasta
Põrsad, eluskaal alla 20 kg	0,39
Noorsead, eluskaal 20 - < 50 kg	0,87
Nuumsead eluskaaluga 50 - < 80 kg	1,36
Nuumsead eluskaaluga 80 - < 110 kg	1,73
Nuumsead eluskaaluga 110 kg või üle	1,90
Aretussead, eluskaal 50 kg või üle	1,49

Allikas: [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 227]

Metaani emissioonifaktori sigade enteraalsest fermentatsioonist leidmine põhineb valemil (4), mida kasutatakse prognoosi jaoks Eesti põllumajanduse makroökonoomilises mudelis:

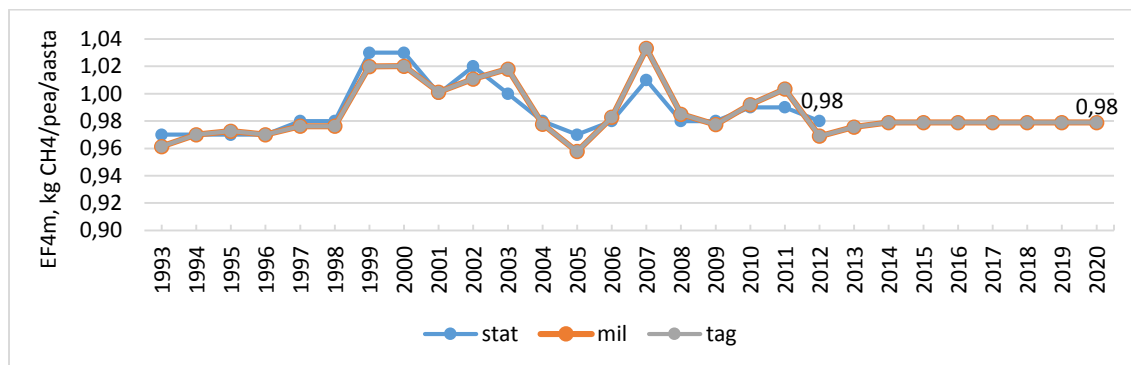
$$EF4m = \frac{(0,39*YL50+0,87*YL51+1,36*YL52+1,73*YL53+1,90*YL54+1,49*YL55)}{YL30}, \quad (4)$$

kus

- YL50 on põrsad, eluskaal alla 20 kg, tuhat,
- YL51 on noorsead, eluskaal 20 - < 50 kg, tuhat,
- YL52 on nuumsead eluskaaluga 50 - < 80 kg, tuhat,
- YL53 on nuumsead eluskaaluga 80 - < 110 kg, tuhat,
- YL54 on nuumsead eluskaaluga 110 kg või üle, tuhat,
- YL55 on aretussead, eluskaal 50 kg või üle, tuhat,
- YL30 on sigade arv kokku aasta lõpus, tuhat.

Emissioonifaktori leidmisel lähtutakse sellest, et seakarjades on aastas teatud osakaal pörsaid, noor-, erinevas eluskaalus nuum- ning aretussigu. Seega sigade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist sõltub loomade arvust Tabel 2 loetletud kategooriates ning vastavatest emissioonifaktoritest.

Joonis 4 on esitatud 2014. aastal esitatud CRF-i andmete põhjal sigade metaani emissioonifaktor soolesisest fermentatsioonist (periood 1993-2012) ning Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeliga tehtud emissioonifaktori prognoosid perioodiks kuni 2020. aastani. Kuna seakasvatus ei ole mudelis seotud piimatootmise kahe stsenaariumiga („Miljon tonni“ ning tagasihoidlik), siis langevad Joonis 4 jooned „mil“ ning „tag“ omavahel kokku.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 4.** Prognoositud ja reaalne sigade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist perioodil 1993-2020, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta

Prognooside kohaselt jääb sigade metaani emissioonifaktor perioodil 2013-2020 stabiilseks (u 0,98 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta) mõlema stsenaariumi puhul tänu sellele, et EF<sub>4m</sub> sõltub sigade arvust erinevates kehamassi kategooriates ja prognoosi jaoks olid võetud erinevate kehamassi kategooriate kindlad osakaalud (perioodi 1993-2013 keskmised) sigade arvust kokku.

Ka sigade puhul on vastavalt 2014. aasta Eesti NIR-le metaani emissioonifaktorite määramatus (*uncertainty*) sigade enteraalsest fermentatsioonist ca ±50%, samuti vajavad meetodi 2 (*tier 2*) parameetrid määramatuse analüüsi [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 230].

### 1.3.1.3. Lambad

Lammaste puhul kasutatakse Eesti riiklikes inventuuriaruannetes ja ühtse aruandevormi tabelites IPCC poolt pakutud metaani emissioonifaktorit (arenenud riikide metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist), mis on 8,00 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, pp 228-229; 2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.28]. Lammaste CH<sub>4</sub> emissioonifaktor soolesisest fermentatsioonist (EF<sub>5m</sub>) 8,00 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta on võetud aluseks ka 2013-2020. aastate KHG heitkoguste prognoosi jaoks. Lammaste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist on hinnatud vastavalt 2014. aasta Eesti NIR-le täpsusega ±20% [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 230].

### 1.3.2. Koefitsiendid sõnnikukäitlusest CH<sub>4</sub> emissiooni prognoosimiseks

Sõnniku hoidmine või töötlemine anaeroobsetes tingimustes viib sõnnikus sisalduvate orgaaniliste ainete lagunemiseni, mille protsessis tekib CH<sub>4</sub>. Metaani emissioon sõnnikukäitlusest sõltub otseselt sõnnikukäitluse süsteemist (*manure management system*) ja välisõhu temperatuurist. Peamiselt mõjutab CH<sub>4</sub> heitkogust sõnniku kogus ja sõnniku osa, mis laguneb anaeroobselt. Sõnniku käitlemine vedelsüsteemides (anaeroobselt) soodustab metaani teket võrreldes sõnniku kätlemisega tahesüsteemides või sõnniku jätmisega karjamaale. [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 231; 2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.35] Metaani emissioonifaktori arvutamine sõnnikukäitlusest toimub järgmise valemi (5) alusel [2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.41]:

$$EF = (VS * 365) * Bo * 0,67 * \sum \frac{MCFs}{100} * MS(s), \quad (5)$$

kus

- EF on metaani emissioonifaktor, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- VS on lendava tahke aine päevane eraldumine (*excreted*), kg kuivainet/pea/päev,
- 365 on aastase VS tootmise leidmise alus, päev/aasta,
- B<sub>0</sub> on sõnniku maksimaalne metaani produtseerimisvõime, m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/kg eraldatud VS,
- 0,67 on m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> muundamise koefitsient kg CH<sub>4</sub>-ks, kg/m<sup>3</sup>,
- MCF<sub>S</sub> on metaani muundamise koefitsient iga sõnnikukäitluse süsteemi S jaoks, %,
- MS<sub>(S)</sub> on sõnniku osakaal, mida käideldakse sõnnikukäitluse süsteemis S.

Kuigi metaani emissioonifaktori leidmisel tuleb arvestada ka temperatuuri mõjuga (st riigi erinevate kliimaregioonidega), ei ole Eesti jaoks temperatuuri mõju nii oluline, sest Eesti asub parasvöötme Atlandi kontinentaalregioonis ning aasta keskmine õhutemperatuur Eesti territooriumil on alla 10 °C (ehk IPCC järgi külmad kliimatingimused). [Eesti kuues ... 2013, lk 35; Eesti keskkonnanäitajad ... 2012, lk 56; 2006 IPCC Guidelines ... 2006] Eestis kasutatavate metaani muundamise koefitsientide (MCF) suurused iga sõnnikukäitluse süsteemi S jaoks on esitatud Tabel 3, millest on näha, et metaani eraldumist soodustab vedelsõnnikusüsteemide ja sügavallapanu kasutamine.

**Tabel 3.** CH<sub>4</sub> muundamise koefitsient MCF sõltuvalt sõnnikukäitluse süsteemist, %

Sõnnikukäitluse süsteem	MCF, %
Vedelsõnnikusüsteem ( <i>liquid system</i> ) (LS)	10
Tahesõnnikusüsteem ( <i>solid storage and dry lot</i> ) (SS)	1
Muu süsteem ( <i>other</i> ) ehk sügavallapanu ( <i>deep litter</i> ) (DL)	10
Karjatamine karjamaal ( <i>pasture range and paddock</i> ) (PR)	1

Allikas: [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

Lendava tahke aine päevase koguse eraldumine (VS) sõltub IPCC järgi eelkõige koguenergia (GE) tarbimisest ning sööda seeduvuse protsendist (DE) [2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.42]. Seega võib öelda, et nii nagu enteralse fermentatsiooni puhul sõltub metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest loomade energiatarbimisest.

Kariloomade sõnniku osakaal (MS), mida käideldakse erinevates sõnnikukäitluse süsteemides (lisa 1), on leitud CRF andmete põhjal: tabelites esitatud lämmastiku koguse alusel ühes või teises süsteemis ning kui palju see moodustab kogu lämmastikust sõnnikus. 2014. aasta Eesti NIR-is on arvestatud sõnnikukäitluse süsteemide kasutamise (osakaalud) määramatusega (*uncertainty*) vahemikus -50%...+100% [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 250]. Autori arvates vajavad kariloomade (eelkõige veiste) sõnniku osakaalud erinevates sõnnikukäitluse süsteemides ümber vaatamist, kuna hinnanguliselt on Eestis 60% piimalehmadest uutes farmides, kus on tehnoloogilise lahendusena valitud enamasti vedelsõnnikusüsteemid [Luik, H., Viira, A-H. 2014, lk 29]. Lisaks ka karjatamine ei toimu ööpäevaringselt vaid umbes 12 tundi päevas. Selle tulemusena võib piimalehmade sõnniku käitlemine olla ca 54% vedelsõnnikusüsteemides, ca 32% tahesõnnikusüsteemides ning ca 14% sõnnikust olla karjamaal (seoses karjatamisega).

### 1.3.2.1. Veised

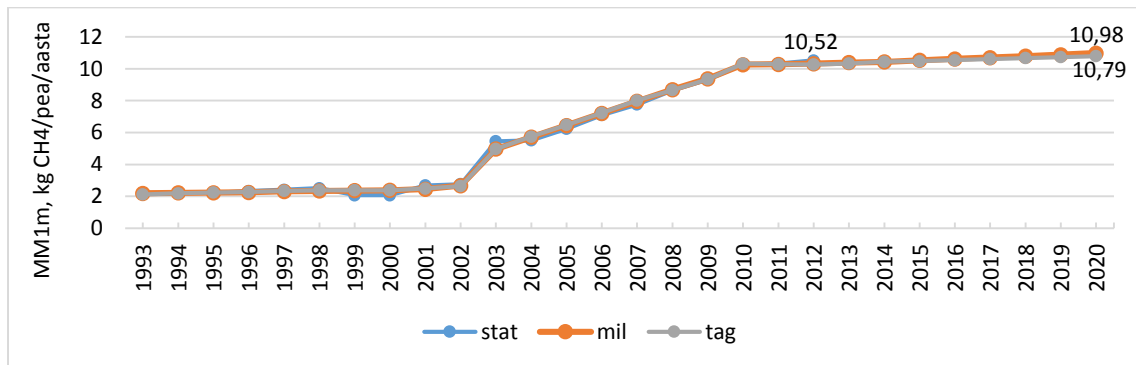
Metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta) sõltub veiste puhul loomade kategooriatest ja alamkategooriatest: piimalehmad, täiskasvanud veised (veised, lehmad) ning noorveised (vasikad vanuses 0-6 kuud, vasikad vanuses 6-12 kuud, mullikad), sõnnikukäitluse süsteemide metaani muundamise koefitsientidest (MCF) ning sõnniku osakaalust, mida käideldakse erinevates sõnnikukäitluse süsteemides [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 233].

Piimalehmade metaani emissioonifaktori sõnnikukäitlusest (MM1m) prognoosimisel on arvestatud sellega, et normaalsete füsioloogiliste protsesside puhul põhjustab suurema energia tarbimist piimalehmade produktiivsuse kasv (põhjalikumalt on kirjeldatud alapeatükis 1.3.1.1.). Samuti on otsene mõju MM1m-le sõnnikukäitluse süsteemide muutumisel. CRF andmetel [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014] oli aastani 2001 kasutusel kaks sõnnikukäitluse süsteemi: tahesõnnikuhoidlad (-süsteemid) ja karjatamine karjamaal. Alates 2002. aastast hakati kasutama vedelsõnnikuhoidlaid (-süsteemid).

MM1m oli prognoositud mõlema stsenaariumi puhul regressioonimudeliga, kus sõltumatud muutujad olid endogeenne muutuja YP3 ehk piimatoodang lehma kohta aastas (kg/lehm) ja eksogeenne muutuja LSpl ehk piimalehmade sõnniku käitlemise osakaal vedelsõnnikusüsteemides. Piimalehmade metaani emissioonifaktori sõnnikukäitlusest prognoosimisel on arvestatud vedelsõnnikusüsteemide osakaalu suurenemisega aastatel 2013-2020, mis on esitatud lisas 1. Kuni aastani 2012 (ka) pärinevad andmed CRF tabelitest. Vedelsõnnikusüsteemide suurem kasutuselevõtt on seotud vabapidamisega lautade ehitamisega, kus tehnoloogiliseks lahenduseks on enamasti vedelsõnnikusüsteem. Metaani emissioonifaktori piimalehmade sõnnikukäitlusest prognoosiv võrrand (6) on järgmine:

$$MM1m = 1,5196 + 0,0002 * YP3 + 0,2916 * LSpl \quad (6)$$

Mõlema stsenaariumi kohaselt on mudeli parameetrid samad, mis tähendab, et emissioonifaktori MM1m suurus varieerub sõltuvalt piimatoodangust lehma kohta ja vedelsõnnikusüsteemides käideldava piimalehmade sõnniku osakaalust. Joonis 5 on esitatud 2014. aastal esitatud CRF-i andmete põhjal piimalehmade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (periood 1993-2012) ning Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeliga tehtud emissioonifaktori prognoosid perioodiks kuni 2020. aastani.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 5.** Prognoositud ja reaalne piimalehmade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta

2020. aastaks kasvab piimalehmade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest „miljoni tonni“ stsenaariumi (mil) järgi ca 4% võrra ja tagasihoidlikuma stsenaariumi (tag) järgi ca 3% võrra võrreldes 2012. aastaga.

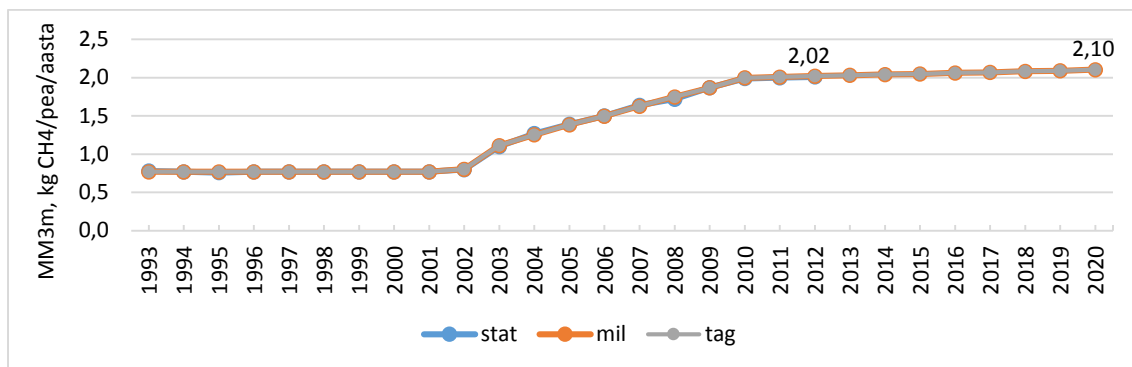
Täiskasvanud veiste (veised ja ammlehmad) metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (MM2m) oli 2014. aasta CRF-i järgi perioodil 1992-2012 muutumatu 1,12 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014], mida kasutatakse ka mudelis täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest metaani heitkoguse prognoosimiseks.

Noorveiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (MM3m) prognoositakse regressioonimudeliga, kus eksogeensed sõltumatud muutujad on sõnniku käitlemise osakaal vedelsõnnikusüsteemides (LSnv), % ja sõnniku käitlemise osakaal muus süsteemis (sügavallapanu) (DLnv), %. On eeldatud, et vasikate ja mullikate energia tarbimine on suhteliselt konstantne vastavalt loomade normaalsete füsioloogiliste protsessidele. Metaani emissioonifaktori noorveiste sõnnikukäitlusest prognoosiv võrrand (7) on:

$$MM3m = 0,7700 + 0,0707 * LSnv + 0,0700 * DLnv \quad (7)$$

Noorveiste metaani emissioonifaktori sõnnikukäitlusest prognoosimisel on arvestatud vedelsõnnikusüsteemi ja sügavallapanu osakaalu suurenemisega aastatel 2013-2020, mis on esitatud lisas 1. Kuni aastani 2012 (ka) pärinevad andmed CRF tabelitest. Vedelsõnnikusüsteemide ja sügavallapanu suurem kasutuselevõtt on tingitud nii nagu piimalehmade puhul uute lautade ehitamisega, kus kasutatakse enamasti vedelsõnnikusüsteeme. Mõlema stsenaariumi kohaselt on mudeli parameetrid samad, emissioonifaktori MM3m suurus sõltub vedelsõnnikusüsteemides ja sügavallapanuga süsteemis käitluses olevast noorveiste sõnniku osakaalust.

Joonis 6 on esitatud 2014. aastal esitatud CRF-i andmete põhjal noorveiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (periood 1993-2012) ning Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeliga tehtud emissioonifaktori prognoosid perioodiks kuni 2020. aastani.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 6.** Prognoositud ja reaalne noorveiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta

Nii „miljoni tonni“ kui ka tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi kasvab noorveiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest 2020. aastal võrreldes 2012. aastaga ca 5%.

Metaani emissioonifaktorite määramatus (*uncertainty*) veiste sõnnikukäitlusest on vastavalt 2014. aasta Eesti NIR-le ca ±25% [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 250].

### 1.3.2.2. Sead

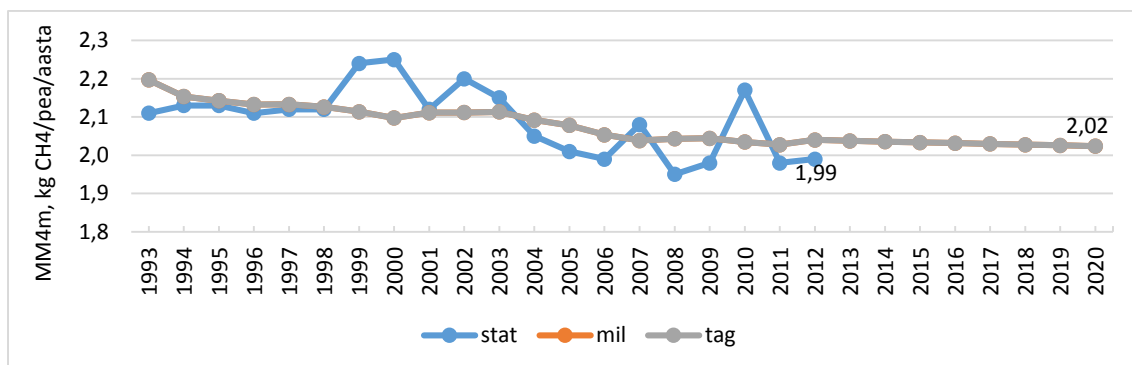
Sigade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (MM4m) sõltub suuremal määral vedelsõnnikusüsteemide kasutamisest sõnnikukäitluses. MM4m prognoositakse regressioonimudeliga, kus eksogeenne sõltumatu muutuja LSs on sõnniku käitlemise osakaal vedelsõnnikusüsteemides (%). Sellejuures on eeldatud, et seakasvatuses on muud tingimused (loomade poolt energia tarbimine, sööda seeduvus jne) konstantsed.

Metaani emissioonifaktori sigade sõnnikukäitlusest prognoosiv võrrand (8) on:

$$MM4m = 0,5903 + 0,0196 * LSs \quad (8)$$

Mõlema stsenaariumi kohaselt on mudeli parameetrid samad, emissioonifaktori MM4m suurus sõltub vedelsõnnikusüsteemides käideldava sigade sõnniku osakaalust.

Joonis 7 on esitatud 2014. aastal esitatud CRF-i andmete põhjal sigade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (periood 1993-2012) ning Eesti põllumajanduse makroökonoomilise mudeliga tehtud emissioonifaktori prognoosid kuni 2020. aastani. Sõnnikukäitlusest tuleneva sigade metaani emissioonifaktori prognoosimisel on arvestatud vedelsõnnikusüsteemi osakaalu vähenemisega aastatel 2013-2020, mis on esitatud lisas 1. Kuni aastani 2012 (ka) pärinevad andmed CRF tabelitest.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 7.** Prognoositud ja reaalne sigade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta

2020. aastal on sigade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest ca 2% suurem kui 2012. aastal, kuid on näha pikemas perspektiivis emissioonifaktori MM4m vähenemist.

Metaani emissioonifaktorite määramatus (*uncertainty*) sigade sõnnikukäitlusest on vastavalt 2014. aasta Eesti NIR-le ca ±25% [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 250].

### 1.3.2.3. Lammad

Lammaste jaoks kasutatakse Eesti riiklikes inventuuriaruannetes ja ühtse aruandevormi tabelites IPCC poolt pakutud metaani emissioonifaktorit (arenenud riikide metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest temperatuuril <15 °C), mis on 0,19 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta (tahesõnniku süsteemi osakaalu 50,7% ja karjamaal karjatamise osakaalu 49,3% juures) [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 240; 2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.40; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]. Lammaste CH<sub>4</sub> emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (MM5m) 0,19 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta on võetud ka 2013-2020. aastate KHG heitkoguste prognoosi jaoks. Vastavalt 2014. aasta Eesti NIR-le on metaani emissioonifaktorite määramatus (*uncertainty*) lammaste sõnnikukäitlusest ca ±20% [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 250].

### 1.3.3. Koefitsiendid sõnnikukäitlusest N<sub>2</sub>O emissiooni prognoosimiseks

Dilämmastikoksiidi emissioon toimub sõnnikus oleva lämmastiku kombineeritud nitrifikatsiooni-denitrifikatsiooni käigus. N<sub>2</sub>O emissioon sõnnikust sõltub lämmastiku ja süsiniku sisaldusest sõnnikus. Nitrifikatsiooni protsess on eelduseks N<sub>2</sub>O emissioonile ning vajab hapnikku. Anaeroobsetes tingimustes nitrifikatsiooni ei toimu. Üldiselt toimub dilämmastikoksiidi tekkimine järgmiselt: N → N<sub>2</sub>O-N → N<sub>2</sub>O. [2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.52] Dilämmastikoksiidi emissiooni leidmine sõnnikukäitlusest toimub järgmise valemi alusel [2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.54]:

$$N_2O = (\sum(N * Nex * MS(s) * EF(s))) * \frac{44}{28}, \quad (9)$$

kus

- N<sub>2</sub>O on dilämmastikoksiidi emissioon aastas, kg N<sub>2</sub>O/aasta,
- N on loomade arv (ühte liigi või ühes kategoorias), pead,
- Nex on aastakeskmise lämmastiku ekskretsioon (eritamine) ühe looma kohta, kg N/pea/aasta,
- MS<sub>(S)</sub> on summaarse aastase lämmastiku eritamise osa, mida käideldakse sõnnikukäitluse süsteemis S,
- EF<sub>(S)</sub> on N<sub>2</sub>O emissiooni koefitsient sõnnikukäitluse süsteemist S, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- 44/28 on N<sub>2</sub>O-N emissiooni N<sub>2</sub>O emissiooniks muundamise koefitsient.

Tabel 4 on esitatud N<sub>2</sub>O emissiooni koefitsient sõnnikukäitluse süsteemidest, mida kasutatakse Eestis ning ka Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis N<sub>2</sub>O emissiooni prognoosimise jaoks. Lämmastiku osakaal (MS), mida käideldakse erinevates sõnnikukäitluse süsteemides (lisa 1), on leitud CRF andmete põhjal: tabelites esitatud lämmastiku koguse alusel ühes või teises süsteemis ning selle põhjal, kui palju see moodustab kogu lämmastikust sõnnikus. 2014. aasta Eesti NIR-is on arvestatud sõnnikukäitluse süsteemide kasutamise (osakaalud) määramatusega (*uncertainty*) vahemikus -50%...+100% [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 250].

**Tabel 4.** N<sub>2</sub>O emissiooni koefitsient sõnnikukäitluse süsteemist S, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N

Sõnnikukäitluse süsteem	N <sub>2</sub> O emissiooni koefitsient, kg N <sub>2</sub> O-N/kg N
Vedelsõnnikusüsteem ( <i>liquid system</i> ) (LS)	0,0009
Tahesõnnikusüsteem ( <i>solid storage and dry lot</i> ) (SS)	0,0199
Muu süsteem ( <i>other</i> ) ehk sügavallapanu ( <i>deep litter</i> ) (DL)	0,0199
Karjatamine karjamaal ( <i>pasture range and paddock</i> ) (PR)	0,0199

Allikas: [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

Aastakeskmise lämmastiku eritamine ühe looma kohta (Nex) sõltub lämmastiku söömusest ning lämmastiku retensioonist (peetusest) ja sisaldusest toodangus. [2006 IPCC Guidelines ... 2006, p 10.58; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, pp 242-243]

### 1.3.3.1. Veised

Dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitlusest sõltub veiste puhul veiste lämmastiku ekskretsiooni määrast vastavalt loomade (alam)kategoriatele (Tabel 5) ning eritatud lämmastiku käitlemisest erinevates sõnnikukäitluse süsteemides (osakaal ja N<sub>2</sub>O emissiooni koefitsient).

**Tabel 5.** Veiste lämmastiku ekskretsiooni määr, kg N/pea/aasta

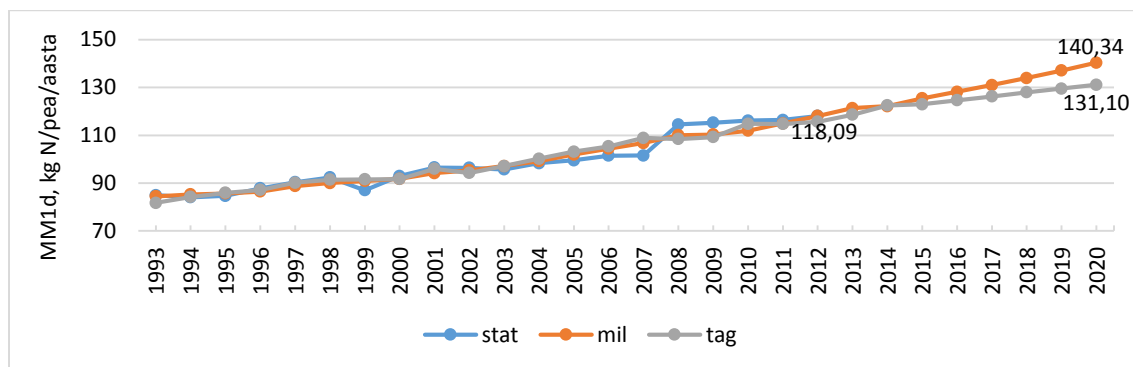
Veiste alamkategoria	Lämmastiku ekskretsiooni määr, kg N/pea/aasta
Täiskasvanud veised	65,15
Täiskasvanud lehmad	44,74
Mullikad, vanus 12-24 kuud	56,72
Vasikad vanuses 6-12 kuud	39,67
Vasikad vanuses 0-6 kuud	18,28

Allikas: [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 244]

Piimalehmadel sõltub lämmastiku ekskretsioon piimatoodangust lehma kohta aastas ja valgusisaldusest piimas, kui võtta arvesse et muude normaalsete füsioloogiliste protsesside puhul vastavad lämmastiku söömus ja retensioon normidele ning on suhteliselt konstantsed. Piimalehmade lämmastiku ekskretsiooni määr (MM1d) prognoosimiseks on tehtud regressioonimudel, kus sõltumatuteks muutujateks on võetud endogeensed muutujad piimatoodang lehma kohta aastas (kg/lehm) (YP3) ja keskmine piima proteiinisaldus (g/kg) (valk). Dilämmastikoksiidi emissioonifaktori piimalehmade sõnnikukäitlusest prognoosiv võrrand (10) on järgmine:

$$MM1d = 116,2905 + 0,0093 * YP3 - 20,5271 * \text{valk} \quad (10)$$

Mõlema stsenaariumi kohaselt on mudeli parameetrid samad, emissioonifaktori MM1d suurus sõltub nii piimalehmade produktiivsuse kui ka piima valgusisalduse muutumisest. Joonis 8 on esitatud 2014. aastal esitatud CRF-i andmete põhjal piimalehmade lämmastiku ekskretsiooni määr (periood 1993-2012) ning Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeliga tehtud lämmastiku ekskretsiooni määr prognoosid perioodiks kuni 2020. aastani.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 8.** Prognoositud ja reaalne piimalehmade lämmastiku ekskretsiooni määr perioodil 1993-2020, kg N/pea/aasta

Piimalehmade lämmastiku ekskretsiooni määr suureneb 2020. aastaks „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi ca 19% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi ca 11% võrreldes 2012. aastaga.

Muude veiste puhul on lämmastiku ekskretsiooni koguse prognoosimisel arvestatud sellega, et täiskasvanud veiste (isased) osakaal on 0,08 ja täiskasvanute (amm)lehmade osakaal on vastavalt 0,92 täiskasvanutest veistest kokku. Sõltuvalt täiskasvanud emaste ja isaste veiste arvust on mõlema stsenaariumi prognoosi kohaselt täiskasvanud veiste lämmastiku ekskretsiooni määr (MM2d) 2020. aastal 46,37 kg N/pea/aasta, võrdluseks oli 2012. aastal see näitaja 46,29 kg N/pea/aasta ehk täiskasvanud veiste lämmastiku ekskretsiooni määr kasv on prognooside järgi ca 0,18%.



Noorveiste lämmastiku ekskretsiooni kogus (MM3d) on määratud loomade arvuga vanuserühmades. 2012. aastal oli noorveiste lämmastiku ekskretsiooni määr 40,92 kg N/pea/aasta. 2020. aastal on „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi noorveiste lämmastiku ekskretsiooni määr 41,36 ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 41,47 kg N/pea/aasta. Vahe stsenaariumide vahel on põhjustatud nii nagu ka EF3m juhul suuremast vasikate osakaalust noorveiste koguarvust „miljoni tonni“ stsenaariumis. Kuid võrreldes 2012. aastaga moodustab MM3d kasv mõlema stsenaariumi järgi 2020. aastal keskmiselt 1%.

### 1.3.3.2. Sead

Sigade puhul sõltub dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitlusest lämmastiku ekskretsiooni määrast vastavalt loomade kategooriatele (Tabel 6) ning eritatud lämmastiku käitlemisest erinevates sõnnikukäitluse süsteemides (osakaal ja N<sub>2</sub>O emissiooni koefitsient).

**Tabel 6.** Sigade lämmastiku ekskretsiooni määr, kg N/pea/aasta

Sigade kategooria	Lämmastiku ekskretsiooni määr, kg N/pea/aasta
Pörsad, eluskaal alla 20 kg	4,57
Noorsead, eluskaal 20 - < 50 kg	9,51
Nuumsead eluskaaluga 50 - < 80 kg	10,53
Nuumsead eluskaaluga 80 - < 110 kg	10,53
Nuumsead eluskaaluga 110 kg või üle	10,53
Aretussead, eluskaal 50 kg või üle	31,67

Allikas: [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 245]

Kogu lämmastiku ekskretsiooni kogus sõltub loomade arvust erinevates kehamassi rühmades ning vastavast lämmastiku ekskretsiooni määrast. Mõlema stsenaariumi järgi on sigade lämmastiku ekskretsiooni määr (MM4d) 2020. aastal 10,21 kg N/pea/aasta, 2012. aastal oli see näitaja 10,24 kg N/pea/aasta.

### 1.3.3.3. Lammad

Lammaste jaoks kasutatakse Eesti riiklikes inventuuriaruannetes ja ühtse aruandevormi tabelites konstantset lämmastiku ekskretsiooni määrat 16,00 kg N/pea/aasta [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 247; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]. Lammaste N ekskretsiooni määr (MM5d) 16,00 kg N/pea/aasta on võetud ka perioodi 2013-2020 KHG heitkoguste prognoosi jaoks.

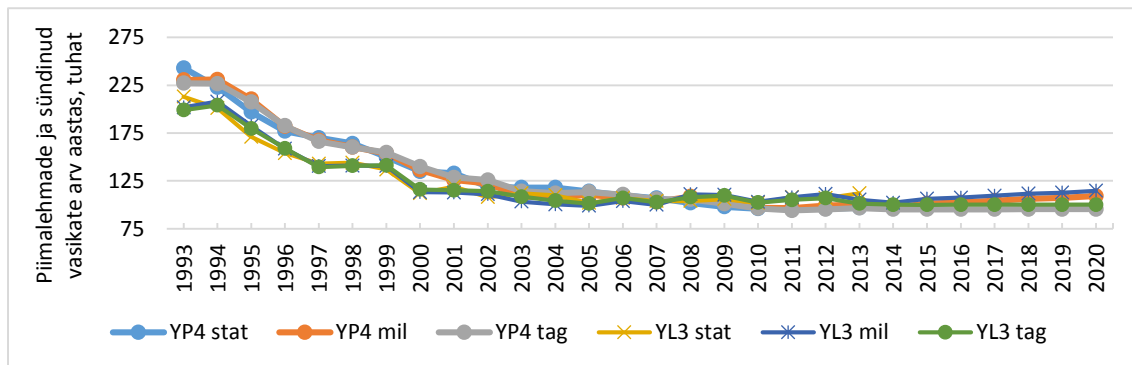
Nii veiste kui ka sigade ja lammaste lämmastiku ekskretsiooni määrat ebatäpsus (*uncertainty*) on ca ±25% vastavalt 2014. aasta Eesti NIR-le [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 250].

## 2. LOOMADE ARVU PROGNOOS MUDELIS

Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel sisaldab perioodi 1993-2013 statistilisi andmeid ning prognoosib aastateks 2014-2020 veisekasvatuse (piimalehmad ehk lüpsilehmad, vasikad ning veised kokku), seakasvatuse (emised, pörsad ning sead kokku) ning lambakasvatusega (uted, talled ning lammad kokku koos kitsedega) seotud näitajaid.

Lähtuvalt NIR-is kasutatud meetodikast on veisekasvatuse KHG-de emissioonide leidmise jaoks vajalik veiste aastakeskmise arv igas kategoorias ja alamkategoorias (vt p 1.3.1.1.) ning kategooriatele ja alamkategooriatele vastavad emissioonifaktorid. Seakasvatuses on KHG-de emissioonide leidmise aluseks sigade aastakeskmise arv erinevates kehamassi kategooriates (vt p 1.3.1.2.) ning kehamassidele vastavad emissioonifaktorid. Lambakasvatuses põhineb KHG-de emissioonide arvutamine lammaste koguarvul, sõltumata vanusest või kehamassist, ning kasutatakse arenenud riikide koefitsiente, mida kasutab IPCC [2006 IPCC Guidelines ... 2006; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014].

Eesti põllumajanduse makroökonoomilise mudeliga prognoositakse piimalehmade (YP4) ja sündinud vasikate (YL3) arv aastani 2020 (Joonis 9). Vastavalt IPCC ja NIR-i meetodikale, mis on võetud aluseks KHG-de emissioonide prognoosimiseks, tuleb vasikaid jagada vanuserühmadesse: vasikad vanuses 0-6 kuud, vasikad vanuses 6-12 kuud. Samuti tuleb leida mullikate arv. Täiskasvanute veiste (üle kaheaastased) puhul on oluline veiste ja lehmade osakaal täiskasvanutest veistest kokku.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel

**Joonis 9.** Reaalne ja prognoositud piimalehmade ja sündinud vasikate arv perioodil 1993-2020, tuhat

Noorveiste (vasikad vanuses 0-6 kuud, vasikad vanuses 6-12 kuud, mullikad vanuses 12-24 kuud) arvu leidmiseks on aluseks võetud sündinud vasikate arv (YL3). Analüüsides Eesti Statistikaameti ja 2014. aasta NIR-i andmeid oli kuni üheaastaseid vasikaid sündinud vasika kohta (XL76) viimase kümne aasta jooksul keskmiselt 0,62, mis on võetud aluseks ka vasikate arvu prognoosimiseks erinevates vanusekategoriates (11):

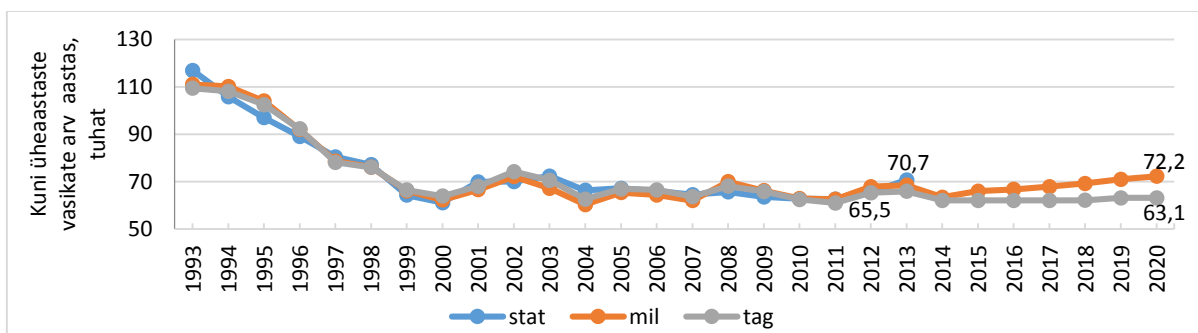
$$YL44 = YL3 * XL76, \quad (11)$$

kus

- YL44 on kuni üheaastaste vasikate arv, tuhat,
- YL3 on sündinud vasikate arv, tuhat,
- XL76 on kuni üheaastaseid vasikaid sündinud vasika kohta (0,62).

2014. aasta NIR-i meetodika järgi moodustavad kuni üheaastaste vasikate arvust poole (50%) vasikad vanuses 0-6 kuud ja poole (50%) vasikad vanuses 6-12 kuud [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, p 2013].

Joonis 10 on esitatud reaalne ja prognoositud kuni üheaastaste vasikate arv perioodil 1993-2020. „Miljoni tonni“ stsenaariumi järgi on 2020. aastaks kuni üheaastaste vasikate arv ca 2% võrra suurem kui 2013. aastal. Tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi kahaneb kuni üheaastaste vasikate arv 2020. aastal ca 11% võrreldes 2012. aastaga. Üldiselt on „miljoni tonni“ stsenaariumis näha vasikate juurdesünni kasvu, tagasihoidlikumas stsenaariumis jääb sündinud vasikate arv aastatel 2014-2020 pigem stabiilseks.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 10.** Reaalne ja prognoositud kuni üheaastaste vasikate arv perioodil 1993-2020, tuhat

Mullikate (vanus 12-24 kuud) arv on olemas NIR-is ja Eesti Statistikaameti andmebaasis. Kui arutada kui palju on mullikaid ühe eelmise aasta kuni üheaastase vasika kohta (XL77), siis saab teada kui palju jääb karja nõ pärast üleminekut järgmisesse vanuserühma. Viimase kümne aasta jooksul oli mullikaid ühe kuni

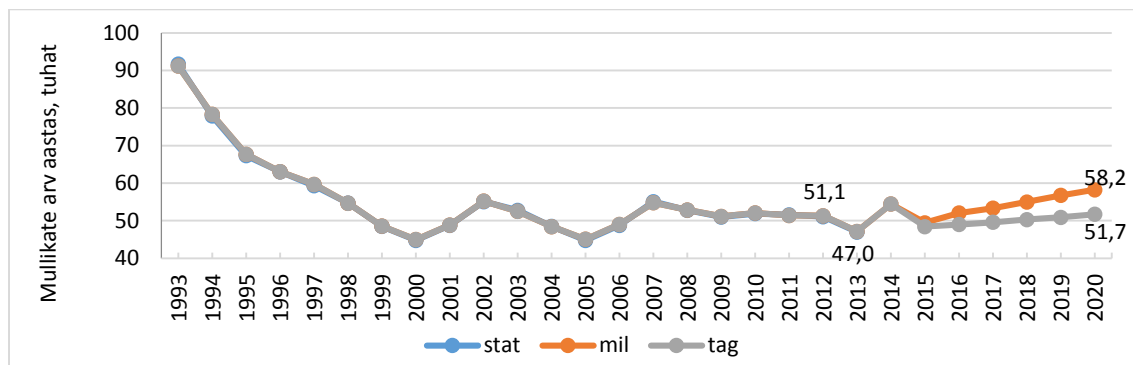
üheaastase vasika kohta keskmiselt 0,77, kuid viimase viie-kuue aasta näitajad viitavad sellele, et mullikate ja kuni üheaastaste vasikate suhtarv pigem kasvab. Mullikate arv on leitud võrrandi (12) abil:

$$YL45 = YL44(-1) * XL77, \quad (12)$$

kus

- YL45 on mullikate arv, tuhat,
- YL44(-1) on kuni üheaastaste vasikate arv aastal t-1, tuhat,
- XL77 on mullikaid ühe eelmise aasta kuni üheaastase vasika kohta.

Joonis 11 on esitatud reaalne ja prognoositud mullikate arv 1993-2020. aastatel.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 11.** Reaalne ja prognoositud mullikate arv perioodil 1993-2020, tuhat

Võrreldes 2013. aastaga kasvab mullikate arv 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi ca 24% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi ca 10% võrra. Mullikate arvukuse kasvu põhjuseks tagasihoidlikumas stsenaariumis stabiilse juurdesünni taustal on mullikate osakaalu suurenemine noorveiste koguarvus (prognoosi aluseks on võetud 2004-2012. aastate trend).

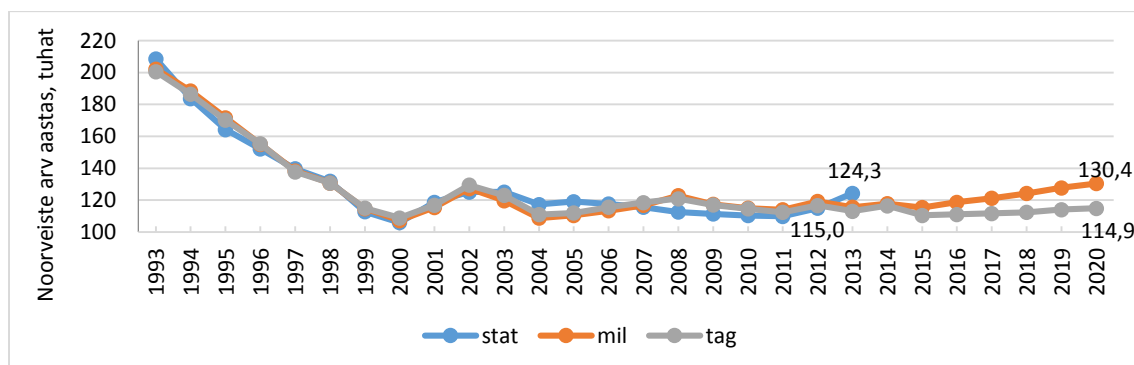
Noorveiste arv saadakse kuni üheaastaste vasikate ja mullikate arvu summana (13):

$$YL46 = YL44 + YL45, \quad (13)$$

kus

- YL46 on noorveiste arv, tuhat,
- YL44 on kuni üheaastaste vasikate arv, tuhat,
- YL45 on mullikate arv, tuhat.

Noorveiste arv suureneb 2020. aastaks „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi 5% võrreldes 2013. aastaga, tagasihoidlikum stsenaarium näeb ette 2020. aastaks noorveiste arvu kahanemist ca 8% võrreldes 2013. aastaga (Joonis 12).



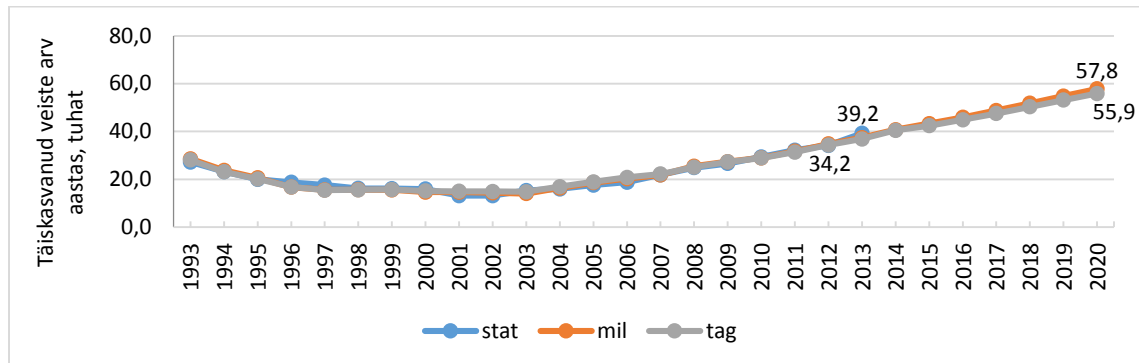
Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 12.** Reaalne ja prognoositud noorveiste arv perioodil 1993-2020, tuhat

Täiskasvanute veiste arv (YL47) prognoositakse regressioonimudeliga, kus sõltumatud muutujad on mudelis endogeensed täiskasvanud veiste arv aastal t-1 (YL47(-1)) ja piimalehmade arv (YP4) ning trend (X1). Mõlema stsenaariumi kohaselt on täiskasvanud veiste arvu prognoosiv võrrand (14) järgmine:

$$YL47 = -25,1285 + 0,4503 * YL47(-1) + 0,1389 * YP4 + 1,5091 * X1 \quad (14)$$

Prognooside järgi kasvab täiskasvanud veiste (pullid, üle 24 kuu vanused lehmullikad ja ammlahmad) arv „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ca 47% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 43% võrreldes 2013. aastaga (Joonis 13).

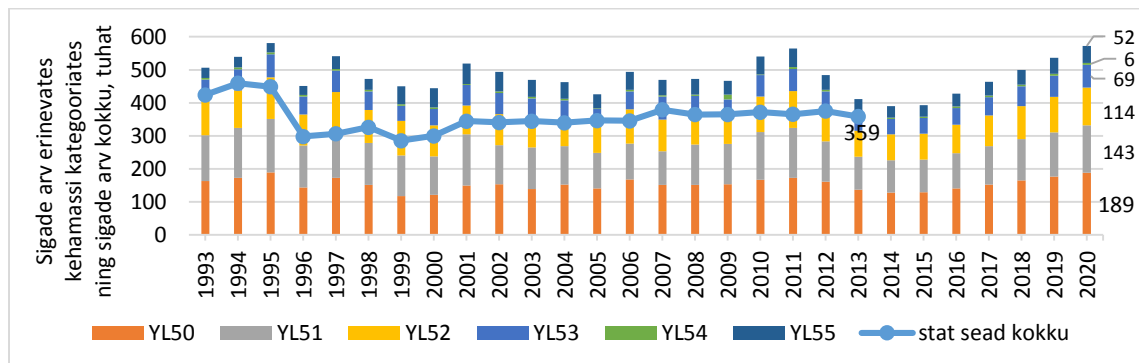


Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014] **Joonis 13.** Reaalne ja prognoositud täiskasvanud veiste arv perioodil 1993-2020, tuhat

Täiskasvanud veiste ja lehmade osakaal täiskasvanud veistest kokku oli perioodil 1993-2013 2014. aastal esitatud NIR-i ja Eesti Statistikaameti andmetel keskmiselt 0,08 veised (XL78) ja 0,92 lehmad (XL79) [PM091; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, pp 472-504]. Täiskasvanud veiste ja lehmade osakaalu näitajad on võetud ka 2013-2020 prognoosi jaoks.

Sigade puhul tuleb sead kokku (YL30) jagada kehamassi alusel erinevatesse rühmadesse. Selleks võeti aluseks perioodi 1993-2013 NIR-i ja Eesti Statistikaameti andmed, mis näitasid, et iga-aastaselt moodustavad sigade arvust kokku keskmiselt 33% põrsad (kehamass kuni 20 kg), 25% noorsead (kehamass 20-50 kg), 20% nuumsead kehamassiga 50-80 kg, 12% nuumsead kehamassiga 80-110 kg, 1% nuumsead kehamassiga üle 110 kg ning 9% aretusliku [PM091; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014, pp 472-504]. Vastavalt sellele jagati Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeliga prognoositud sigade arv erinevatesse kehamassi rühmadesse, mida kasutatakse KHG-dede emissioonide prognoosimisel.

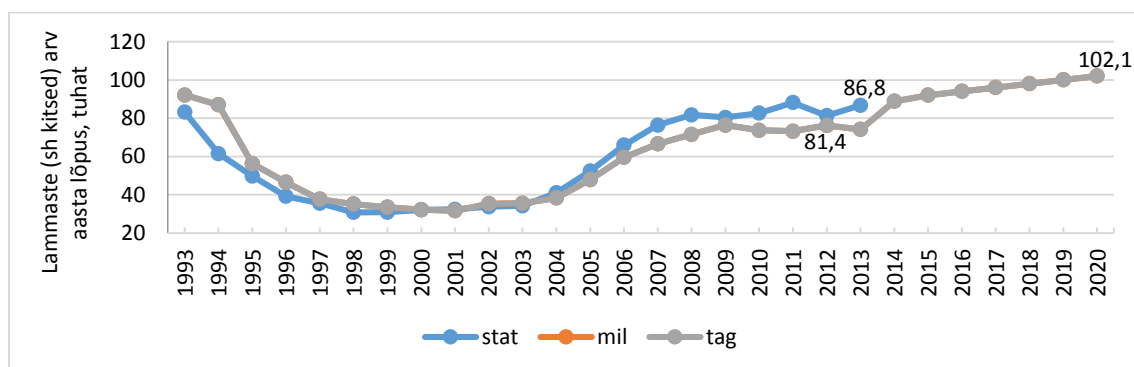
Joonis 14 on esitatud prognoositud sigade arv erinevates kehamassi kategooriates: põrsad kehamassiga kuni 20 kg (YL50), noorsead kehamassiga 20-50 kg (YL51), nuumsead kehamassidega 50-80 kg (YL52), 80-110 kg (YL53) ja üle 110 kg (YL54) ning aretussead (YL55). Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeli arvutuslik sigade arv (erinevates kehamassi kategooriates sigade arv kokku) erineb NIR-is ja CRF-is kasutatud Eesti Statistikaameti andmetest (Joonis 14 „stat sead kokku“) kuna mudelis on aluseks võetud sigade aastakeskmise arv, NIR-is ja CRF-is on aga andmed seisuga 31. detsember. Maksimaalne erinevus (ca 41%) on 1996. aasta andmete vahel, minimaalne (ca 10%) on 2013. aastal, vaatamata erinevusele andmete vahel on näha, et sigade arvu muutuste dünaamika Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis on sarnane Eesti Statistikaameti andmebaasis selle näitaja fikseeritud muutustega.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014] **Joonis 14.** Reaalne ja prognoositud sigade arv erinevates kehamassi kategooriates perioodil 1993-2020, tuhat

Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis on lammaste arv prognoositud koos kitsedega (st lambad ja kitsed kokku; edaspidi lihtsalt lambad) kuna kitsede osakaal lammaste ja kitsede koguarvust on suhteliselt

väike (ca 5%). Joonis 15 on esitatud reaalne ja prognoositud lammaste arv perioodil 1993-2020. Võrreldes 2013. aastaga kasvab 2020. aastal mõlema stsenaariumi järgi lammaste arv ca 18%.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel

**Joonis 15.** Reaalne ja prognoositud lammaste arv perioodil 1993-2020, tuhat

Eesti põllumajanduse makroökonoomilise mudeli 2014-2020. aastate prognoosidest on näha, et põllumajandusloomade arv üldiselt kas kasvab või jääb stabiilseks. Kui arvestada, et samal ajal suurenevad või jäävad konstantseteks ka põllumajandusloomade KHG-de emissioonifaktorid, on põhjust oodata loomakasvatusest lähtuvate KHG-de emissiooni suurenemist.

### 3. KASVUHOONEGAASIDE (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>-EKV) PROGNOOS MUDELIS AASTANI 2020

#### 3.1. Metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist

##### 3.1.1. Veisekasvatus

##### Piimalehmad

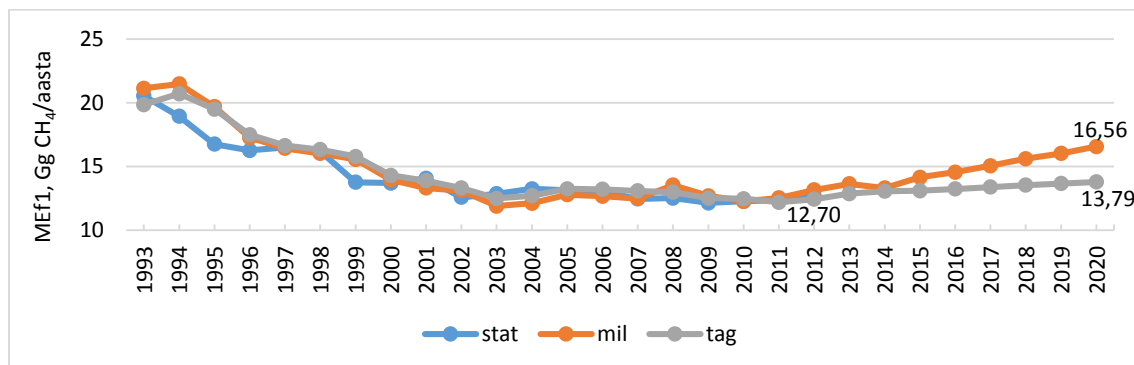
Piimalehmade metaani emissiooni suurus enteraalsest fermentatsioonist on leitav järgmise valemi (15) alusel:

$$MEf1 = \frac{EF1m \cdot YP4}{1000}, \quad (15)$$

kus

- MEf1 on metaani emissioon piimalehmade enteraalsest fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- EF1m on piimalehmade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YP4 on piimalehmade arv, tuhat.

Joonis 16 on esitatud Eesti põllumajanduse makroökonoomilise mudeliga tehtud MEf1 prognoosid. Mõlema stsenaariumi järgi kasvab 2020. aastaks piimalehmade metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist võrreldes 2012. aastaga, „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ca 30% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 9%. Stsenaariumide vaheline erinevus on prognooside järgi 2015. aastal ca 7% ja 2020. a ca 17% ehk vahe stsenaariumide vahel kasvab.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 16.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon piimalehmade enteraalsest fermentatsioonist perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

Arvestades sellega, et samal ajal kasvab piimatoodang lehma kohta ning ka piima kogutoodang, võib mudeli andmete ja prognooside alusel öelda, et metaani emissioon piimalehmade enteraalsest fermentatsioonist ühe toodetud kilogrammi piima kohta väheneb (lisa 3) „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ca 15% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 10% võrreldes 2012. aastaga. Seega, kuigi piimalehmade metaani emissioon kasvab, väheneb 1 kg toodetud piima kohta emiteeritava metaani kogus.

### Täiskasvanud veised

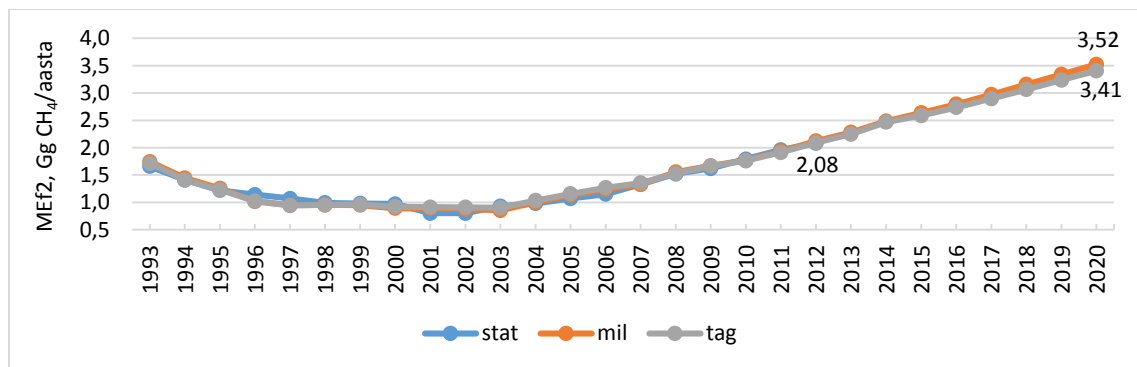
Täiskasvanud veiste enteraalsest fermentatsioonist metaani emissiooni suuruse leidmine baseerub järgmisel valemil (16):

$$MEf2 = \frac{EF2m \cdot YL47}{1000}, \quad (16)$$

kus

- MEf2 on metaani emissioon täiskasvanute veiste enteraalsest fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- EF2m on täiskasvanud veiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YL47 on täiskasvanud veiste arv kokku, tuhat.

Mõlema stsenaariumi järgi kasvab aastatel 2014-2020 metaani emissioon täiskasvanute veiste enteraalsest fermentatsioonist (Joonis 17). Võrreldes 2012. aastaga suureneb 2020. aastal MEf2 „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ca 69% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 64% võrra. Prognooside järgi kasvab vahe stsenaariumide vahel 2015. aasta ca 2%-st 2020. a ca 3%-ni.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 17.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon täiskasvanud veiste enteraalsest fermentatsioonist perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

Täiskasvanute veiste enteraalsest fermentatsioonist tuleneva metaani emissiooni suurenemise põhjuseks on täiskasvanud veiste arvukuse kasv (täiskasvanud veiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist on arvestatud perioodil 1993-2020 konstantsena 60,94 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta).

### Noorveised

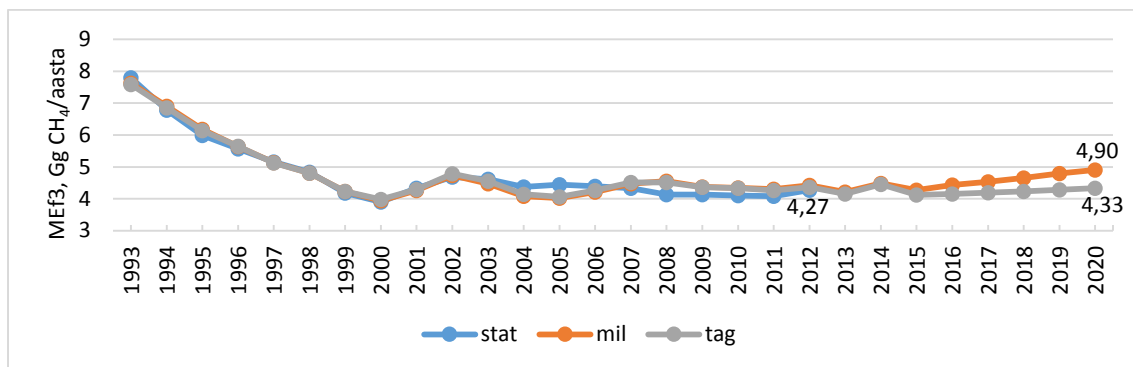
Noorveiste enteraalsest fermentatsioonist metaani emissiooni arvutamiseks on kasutatud järgmist valemit (17):

$$MEf3 = \frac{EF3m \cdot YL46}{1000}, \quad (17)$$

kus

- MEf3 on metaani emissioon noorveiste enteraalsest fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- EF3m on noorveiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YL46 on noorveiste arv, tuhat.

Eesti põllumajanduse makroökonoomilise mudeli prognooside järgi kasvab „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt 2020. aastal metaani emissioon noorveiste enteraalsest fermentatsioonist ca 15% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 1% võrreldes 2012. aastaga (Joonis 18). Vahe stsenaariumide vahel suureneb 2015. aasta ca 3%-st 2020. aastal ca 12%-ni.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 18.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon noorveiste enteraalsest fermentatsioonist perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

„Miljoni tonni“ stsenaariumis on metaani emissiooni kasv noorveiste enteraalsest fermentatsioonist tingitud nii vasikate arvu (juurdesünd suureneb tänu piimalehmade arvukuse kasvule) kui ka noorveiste metaani emissioonifaktori EF3m suurenemisest perioodil 2013-2020. Tagasihoidlikumas stsenaariumis on metaani emissiooni 1% kasv noorveiste enteraalsest fermentatsioonist põhjustatud peamiselt metaani emissioonifaktori EF3m suurenemisest.

### 3.1.2. Seakasvatus

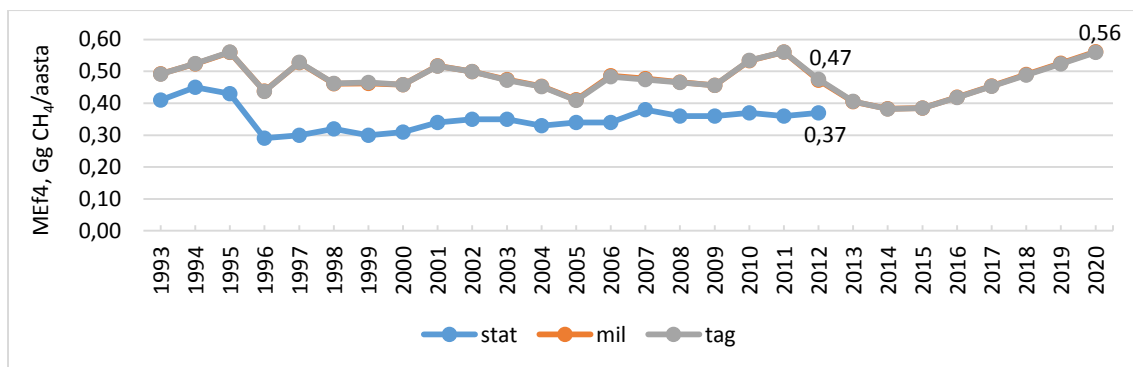
Sigade enteraalsest fermentatsioonist tulenev metaani emissioon on leitav järgmiselt (18):

$$MEf4 = \frac{EF4m \cdot YL30}{1000}, \quad (18)$$

kus

- MEf4 on metaani emissioon sigade enteraalsest fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- EF4m on sigade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YL30 on sigade arv aasta lõpus, tuhat.

Seoses erinevusega Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeli ja Eesti NIR-i, CRF-i sigade arvu näitajate vahel (vt peatükk 2) tekib vahe ka MEf4 näitajate vahel (Joonis 19). Arvutuslik metaani emissioon sigade enteraalsest fermentatsioonist on 2012. aastal statistilisest näitajast ca 21% võrra suurem.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 19.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon sigade enteraalsest fermentatsioonist perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

Võrreldes 2012. aasta statistilise MEf4 näitajaga kasvab 2020. aastal mõlema stsenaariumi kohaselt metaani emissioon sigade enteraalsest fermentatsioonist ca 51% (võrreldes arvutusliku näitajaga on muutus ca 18%), metaani emissiooni kasvu enteraalsest fermentatsioonist põhjustab sigade arvu kasv (emissioonifaktor EF4m on prognoosi järgi perioodil 2013-2020 konstantne, ca 0,98 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta).

### 3.1.3. Lambakasvatus

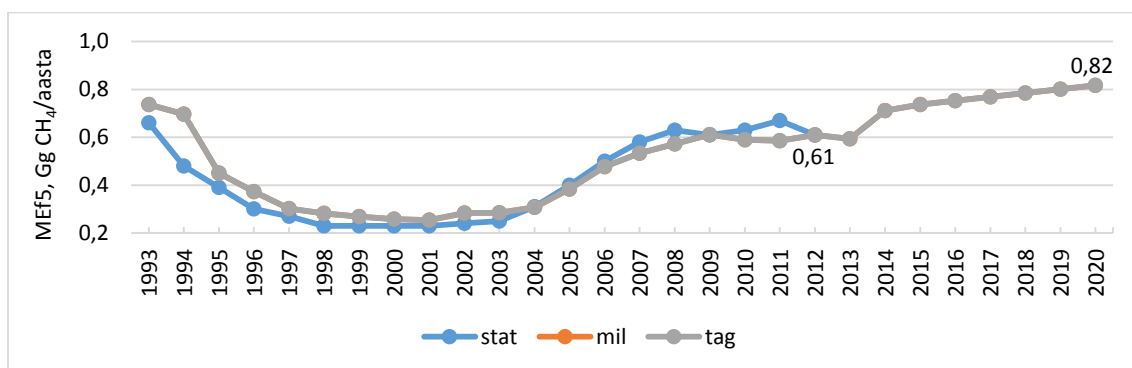
Lammaste enteraalsest fermentatsioonist metaani emissiooni leidmine põhineb valemil (19):

$$\text{MEf5} = \frac{\text{EF5m} \cdot \text{YL19}}{1000}, \quad (19)$$

kus

- MEf5 on metaani emissioon lammaste enteraalsest fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- EF5m Lammaste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YL19 on lammaste arv aasta lõpus, tuhat.

Joonis 20 on esitatud reaalne ja prognoositud metaani emissioon lammaste enteraalsest fermentatsioonist perioodil 1993-2020. Võrreldes 2012. aastaga kasvab 2020. aastal mõlema stsenaariumi järgi MEf5 ca 34%, metaani emissiooni kasvu põhjuseks on lammaste arvukuse suurenemine (lammaste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist on võetud konstantsena 8,00 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta).



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

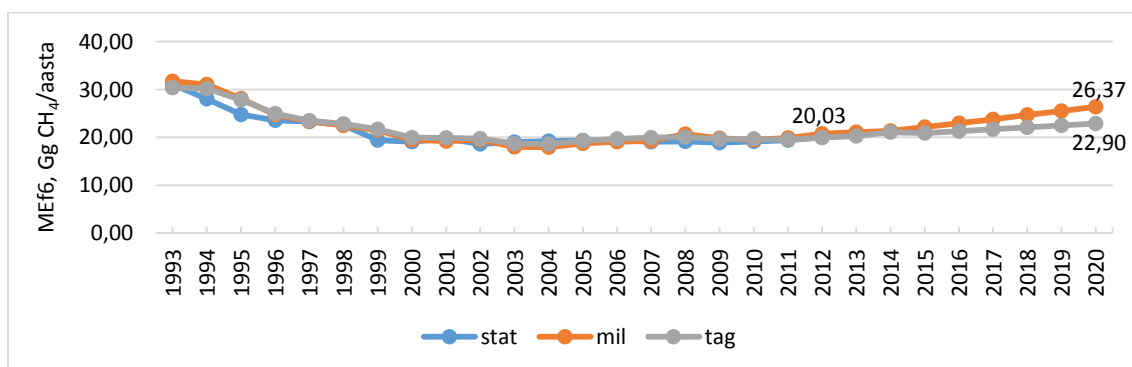
**Joonis 20.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon lammaste enteraalsest fermentatsioonist perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

### 3.1.4. Loomakasvatus kokku

Metaani emissiooni suuruse leidmiseks enteraalsest fermentatsioonist loomakasvatuses (MEf6, Gg CH<sub>4</sub>/aasta) on liidetud piimalehmade (MEf1), täiskasvanud veiste (MEf2), noorveiste (MEf3), sigade (MEf4) ja lammaste (MEf5) metaani emissioonid enteraalsest fermentatsioonist (20):

$$\text{MEf6} = \text{MEf1} + \text{MEf2} + \text{MEf3} + \text{MEf4} + \text{MEf5} \quad (20).$$

Metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist loomakasvatuses kasvab 2020. aastal ca 32% „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi ja ca 14% tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi võrreldes 2012. aastaga (Joonis 21). Vahe stsenaariumide vahel suureneb 2015. aasta ca 6%-st 2020. aastal ca 13%-ni.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 21.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist loomakasvatuses kokku perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

Kui vaadata eraldi veisekasvatust, siis metaani emissioon veiste enteraalsest fermentatsioonist on põhjustatud suuremal määral (üle 60%) piimalehmade soolesisese fermentatsioonist: 2012. aastal oli ca 67%, 2020.



aastaks muutub „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi ca 66% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi ca 64%. Samal ajal kasvab täiskasvanud veiste metaani emissiooni (MEf2) osakaal veistekasvatuse enteraalsest fermentatsioonist metaani emissioonist kokku (ca 11%-st vastavalt ca 14% ja 16%-ni).

Loomakasvatases kokku on 2012. aastal metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist põhjustatud ca 63% ulatuses piimalehmade, ca 21% noorveiste, ca 11% täiskasvanud veiste, ca 3% lammaste ja ca 2% sigade poolt. 2020. aastal muutuvad proportsioonid „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi kohaselt järgmiselt ca 19% metaani emissioonist enteraalsest fermentatsioonist loomakasvatases tuleb noorveiste ja ca 13% täiskasvanud veiste poolt, piimalehmade ning lammaste ja sigade CH<sub>4</sub> emissiooni proportsioon ei muutu. Tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi kohaselt muutub 2020. aastal piimalehmade, noorveiste, täiskasvanud veiste ja lammaste poolt põhjustatud emissioonide osakaal MEf6-st vastavalt ca 60%, 19%, 15% ja 4%-ks, sigadel jääb see protsent konstantseks (ca 2%).

### 3.2. Metaani emissioon sõnnikukäitluse süsteemidest

#### 3.2.1. Veisekasvatus

##### Piimalehmad

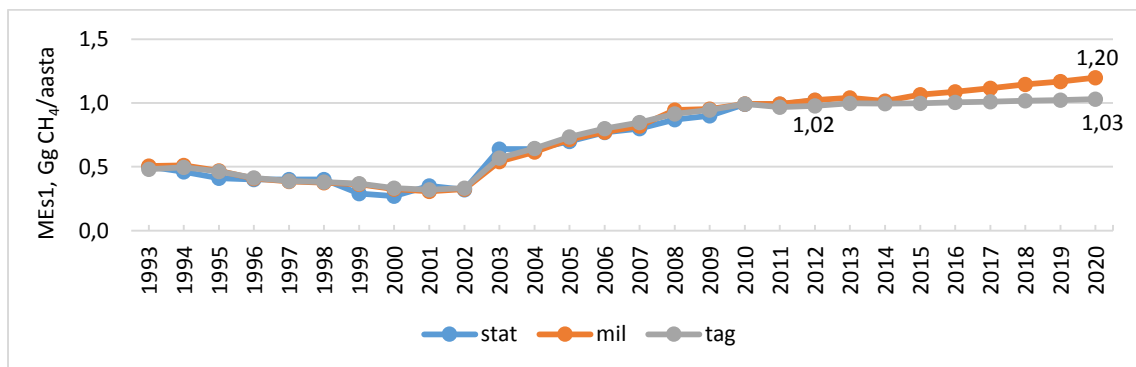
Metaani emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest on leitav järgmiselt (21):

$$MEs1 = \frac{MM1m \cdot YP4}{1000}, \quad (21)$$

kus

- MEs1 on metaani emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- MM1m on piimalehmade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YP4 on piimalehmade arv, tuhat.

„Miljoni tonni“ stsenaariumi järgi kasvab metaani emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest 2020. aastal ca 18%, tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi ca 1% võrreldes 2012. aastaga (Joonis 22). Lähtuvalt sellest, et metaani emissioonifaktor piimalehmade sõnnikukäitlusest (MM1m) oli erinevate stsenaariumide prognooside järgi praktiliselt sama (vahe moodustas perioodil 2013-2020 keskmiselt 1%), võib öelda, et piimalehmade sõnniku käitlemisel moodustav metaani emissioon sõltub peamiselt piimalehmade arvukusest. „Miljoni tonni“ ja tagasihoidlikuma stsenaariumi vahel erineb prognooside järgi metaani emissiooni suurus piimalehmade sõnnikukäitlusest 2015. aastal ca 6%, 2020. aastal aga juba ca 14% võrra.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 22.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

Piimalehmade produktiivsuse ja piima kogutoodangu kasvuga väheneb (lisa 4) metaani emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest ühe toodetud kilogrammi piima kohta „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ca 23% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 17% võrreldes 2012. aastaga, eeldusel, et perioodil 2014-2020 vedelsõnnikusüsteemide kasutamise osakaal suureneb ja tahesõnnikusüsteemide kasutamine väheneb.

##### Täiskasvanud veised

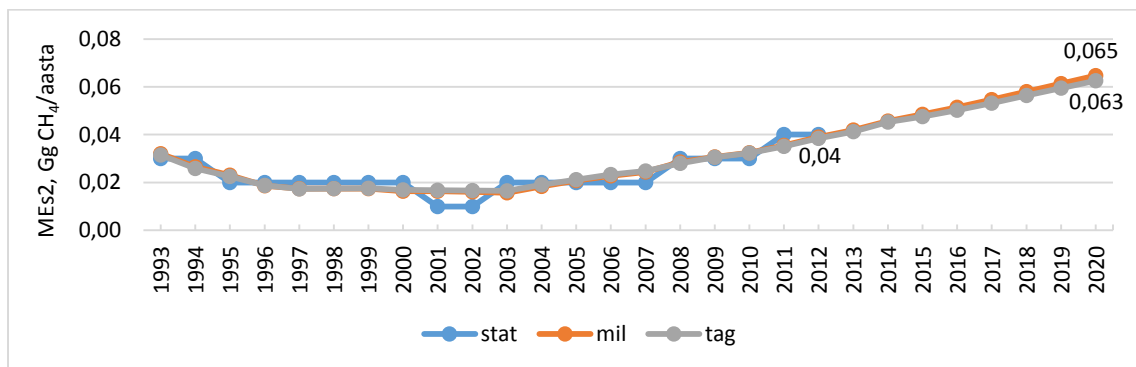
Metaani emissiooni leidmiseks täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest on kasutatud valem (22):

$$MEs2 = \frac{MM2m * YL47}{1000}, \quad (22)$$

kus

- MEs2 on metaani emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- MM2m on täiskasvanud veiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YL47 on täiskasvanud veiste arv kokku, tuhat.

2020. aastaks kasvab metaani emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ca 62% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 56% võrreldes 2012. aastaga (Joonis 23). Stsenaariumide vaheline erinevus moodustab 2015. aastal ca 2%, 2020. aastaks suureneb vahe ca 3%-ni.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 23.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

Arvestades sellega, et täiskasvanud veiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest on konstante (1,12 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta) kogu perioodi 1993-2020 jooksul, sõltub täiskasvanud veiste metaani emissioon sõnnikukäitlusest ainult loomade arvust.

### Noorveised

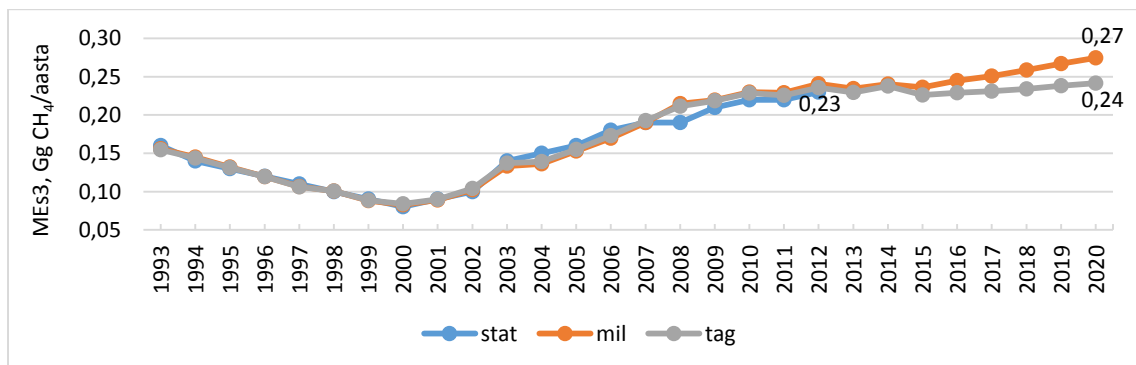
Metaani emissioon noorveiste sõnnikukäitlusest on leitav valemiga (23):

$$MEs3 = \frac{MM3m * YL46}{1000}, \quad (23)$$

kus

- MEs3 on metaani emissioon noorveiste sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- MM3m on noorveiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YL46 on noorveiste arv, tuhat.

Joonis 24 on esitatud noorveiste sõnnikukäitlusest tuleneva metaani emissiooni prognoosid perioodiks 2013-2020. „Miljoni tonni“ stsenaariumi järgi suureneb MEs3 ca 19% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi ca 5% võrreldes 2012. aastaga.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 24.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon noorveiste sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

Seoses noorveiste arvukuse muutumisega stsenaariumides muutub ka noorveiste metaani emissiooni suurus: 2015. aastal on vahe kahe stsenaariumi vahel ca 4%, 2020. aastal on juba ca 12%.

### 3.2.2. Seakasvatus

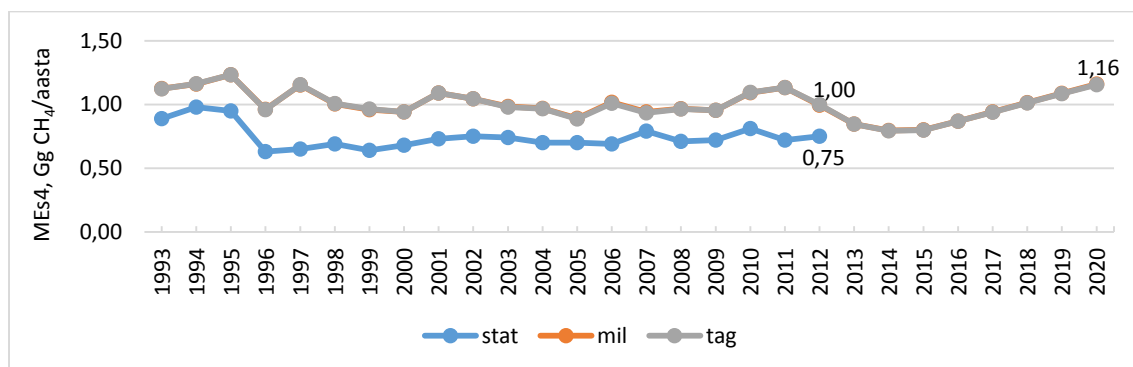
Metaani emissiooni suurus sigade sõnnikukäitlusest on leitav valemiga (24):

$$MEs4 = \frac{MM4m \cdot YL30}{1000}, \quad (24)$$

kus

- MEs4 on metaani emissioon sigade sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- MM4m on sigade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YL30 on sigade arv aasta lõpus, tuhat.

Sigade arvu erinevus Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis ja NIR-is, CRF-is põhjustab ca 25%-st erinevust statistilise ja arvutusliku MEs4 vahel (Joonis 25). Metaani emissioon sigade sõnnikukäitlusest on 2020. aastal mõlema stsenaariumi prognoosi järgi ca 55% suurem kui 2012. aastal statistiline MEs4 näitaja ja ca 16% suurem 2012. aasta arvutuslikust MEs4 näitajast. Kuigi perioodil 2013-2020 väheneb prognoosi järgi sigade emissioonifaktor MM4m, on metaani emissiooni kasv sigade sõnnikukäitlusest seotud sigade arvu suurenemisega.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 25.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon sigade sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

### 3.2.3. Lambakasvatus

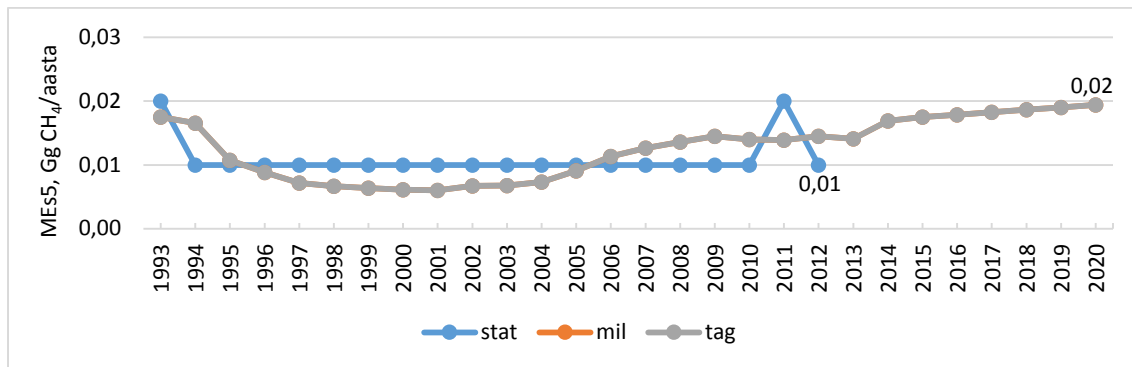
Lambakasvatuses sõnnikukäitlusest metaani emissioon on leitav järgmiselt (25):

$$MEs5 = \frac{MM5m \cdot YL19}{1000}, \quad (25)$$

kus

- MEs5 on metaani emissioon lammaste sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- MM5m on lammaste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest, kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta,
- YL19 on lammaste arv aasta lõpus, tuhat.

Võrreldes 2012. aastaga kahekordistub 2020. aastal mõlema stsenaariumi prognoosi järgi lammaste metaani emissioon sõnnikukäitlusest (Joonis 26), mis on tingitud lammaste arvu kasvust.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

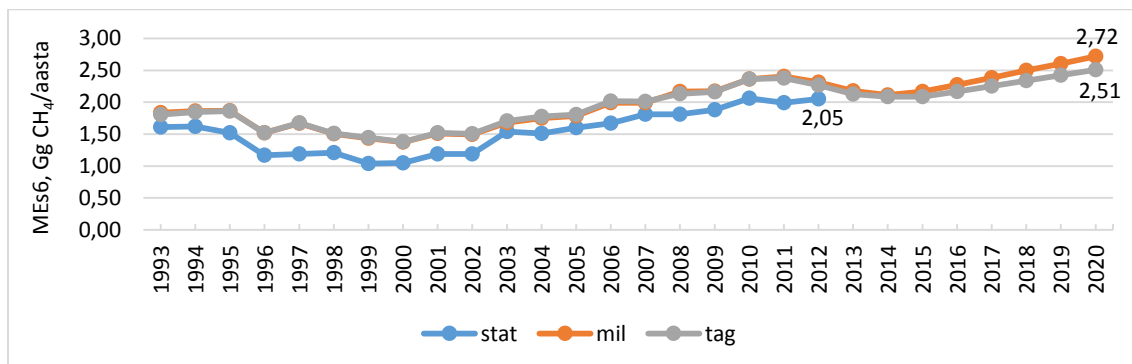
**Joonis 26.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon lammaste sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

### 3.2.4. Loomakasvatus kokku

Loomakasvatuse sõnnikukäitlusest metaani emissiooni (MEs6, Gg CH<sub>4</sub>/aasta) leidmiseks liidetakse kokku piimalehmade (MEs1), täiskasvanud veiste (MEs2), noorveiste (MEs3), sigade (MEs4) ja lammaste (MEs5) metaani emissioonid (26):

$$\text{MEs6} = \text{MEs1} + \text{MEs2} + \text{MEs3} + \text{MEs4} + \text{MEs5} \quad (26).$$

Võrreldes 2012. aasta statistilise näitajaga (stat) kasvab 2020. aastal metaani emissioon sõnnikukäitlusest loomakasvatusest ca 33% „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi ja ca 22% tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi (Joonis 27). Kui võrrelda stsenaariumide prognoosid arvutusliku MEs6 näitajaga, siis metaani emissioon sõnnikukäitlusest loomakasvatusest suureneb vastavalt ca 18% ja ca 11% võrra. Vahe statistilise ja keskmise arvutusliku MEs6 vahel on 2012. aastal ca 10%, mis on tingitud sigade arvu erinevusest Eesti põllumajanduse makroökonoomilise mudelis ja Eesti NIR-is, CRF-is (vt peatükk 2). Vahe stsenaariumide vahel suureneb 2015. aasta ca 4%-st 2020. aastal ca 8%-ni.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 27.** Reaalne ja prognoositud metaani emissioon sõnnikukäitlusest loomakasvatusest kokku perioodil 1993-2020, Gg CH<sub>4</sub>/aasta

Veisekasvatusest on metaani emissioon veiste sõnnikukäitlusest põhjustatud suuremal määral (üle 75%) piimalehmade sõnnikukäitlusest: 2012. aastal oli ca 79%, 2020. aastaks väheneb „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi ca 78%-ks ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi ca 77%-ks. Samal ajal suureneb täiskasvanud veiste metaani emissiooni (MEs2) osakaal veisekasvatuse sõnnikukäitlusest metaani emissioonist kokku (ca 3%-st vastavalt ca 4% ja 5%-ni). Noorveiste poolt tekitav CH<sub>4</sub> emissiooni osakaal sõnnikukäitlusest jääb perioodil 2013-2020 pigem konstantseks ca 18% metaani emissioonist sõnnikukäitlusest loomakasvatusest kokku.

2012. aastal on metaani emissioon sõnnikukäitlusest loomakasvatusest kokku põhjustatud ca 50% ulatuses piimalehmade, ca 37% sigade, ca 11% noorveiste ja ca 2% täiskasvanud veiste poolt. „Miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi kohaselt muutub 2020. aastal piimalehmade, sigade, noorveiste ja lammaste poolt

põhjustatud emissioonide osakaal MEf6-st vastavalt ca 44%, 43%, 10% ning 1%-ks, täiskasvanud veistel jääb see protsent konstantseks (ca 2%). Tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi muutuvad 2020. aastal proportsioonid järgmiselt ca 46% metaani emissioonist sõnnikukäitlusest loomakasvatuses tuleb sigade ja ca 41% piimalehmade poolt ning ca 10% noorveiste ja ca 1% lammaste poolt, täiskasvanud veiste CH<sub>4</sub> emissiooni proportsioon ei muutu (ca 2%).

### 3.3. Dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitluse süsteemidest

#### 3.3.1. Veisekasvatus

##### Piimalehmad

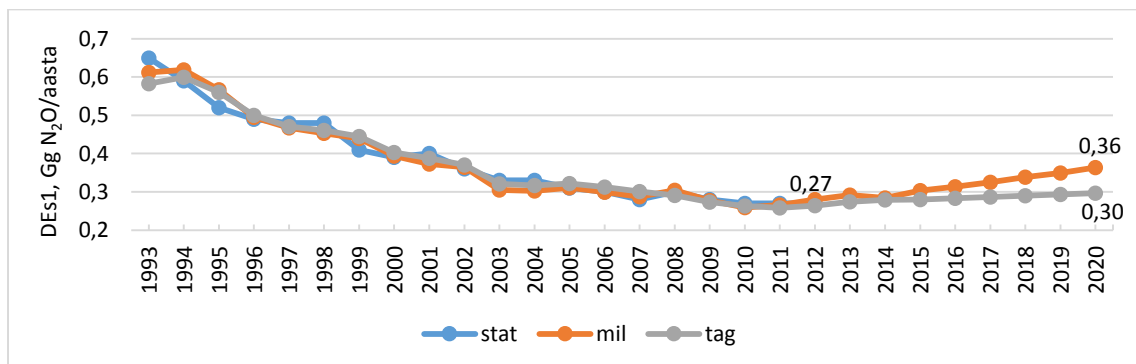
Dilämmastikoksiidi emissiooni piimalehmade sõnnikukäitlusest leidmisel on kasutatud järgmine valem (27):

$$DEs1 = \frac{(NPL \cdot \frac{LSpl}{100} \cdot DLSk + NPL \cdot \frac{SSpl}{100} \cdot DSDk + NPL \cdot \frac{PRpl}{100} \cdot DPRk) \cdot \frac{44}{28}}{1000}, \quad (27)$$

kus

- DEs1 on dilämmastikoksiidi emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- NPL on piimalehmade lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas, t N/aasta,
- LSpl on piimalehmade vedelsõnniku käitlussüsteem, %,
- DLSk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor vedelsõnniku käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- SSpl on piimalehmade tahesõnniku käitlussüsteem, %,
- DSDk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor tahesõnniku ja sügavallapanu käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- PRpl on piimalehmade sõnnik karjamaal, %,
- DPRk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor karjatamisel karjamaal, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- 44/28 on N<sub>2</sub>O-N emissiooni N<sub>2</sub>O emissiooniks muundamise koefitsient.

Võrreldes 2012. aastaga kasvab dilämmastikoksiidi emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ca 35% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi ca 10% (Joonis 28). „Miljoni tonni“ ja tagasihoidlikuma stsenaariumi vahel erineb prognooside järgi N<sub>2</sub>O emissiooni suurus piimalehmade sõnnikukäitlusest 2015. aastal ca 8%, 2020. aastaks vahe moodustab ca 18%.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökoonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 28.** Reaalne ja prognoositud dilämmastikoksiidi emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg N<sub>2</sub>O/aasta

Piimalehmade produktiivsuse ja piima kogutoodangu suurenemisel väheneb (lisa 5) 2020. aastal dilämmastikoksiidi emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest ühe toodetud kilogrammi piima kohta „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi ca 12% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi ca 9% võrreldes 2012. aastaga.

## Täiskasvanud veised

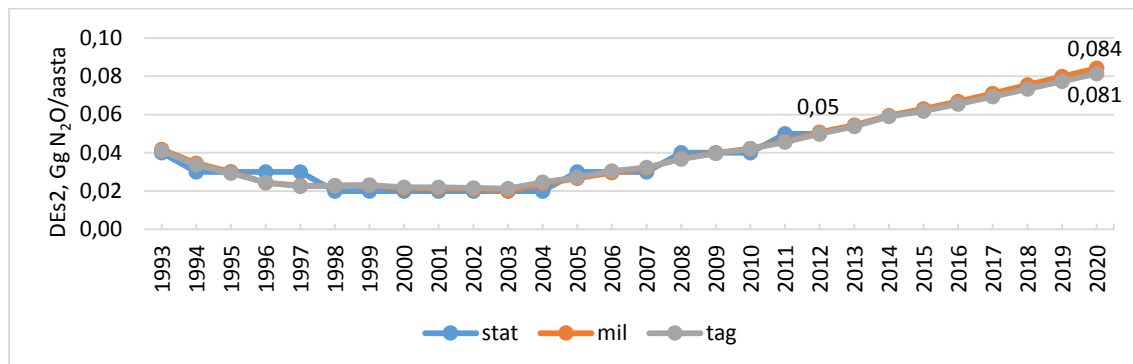
Dilämmastikoksiidi emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest on leitav valemiga (28):

$$DEs2 = \frac{(NTV * \frac{LStv}{100} * DLSk + NTV * \frac{SStv}{100} * DSDk + NTV * \frac{PRtv}{100} * DPRk) * \frac{44}{28}}{1000}, \quad (28)$$

kus

- DEs2 on dilämmastikoksiidi emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- NTV on täiskasvanud veiste lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas, t N/aasta,
- LStv on täiskasvanud veiste vedelsõnniku käitlussüsteem, %,
- DLSk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor vedelsõnniku käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- SStv on täiskasvanud veiste tahesõnniku käitlussüsteem, %,
- DSDk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor tahesõnniku ja sügavallapanu käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- PRtv on täiskasvanud veiste sõnnik karjamaal, %,
- DPRk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor karjatamisel karjamaal, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- 44/28 on N<sub>2</sub>O-N emissiooni N<sub>2</sub>O emissiooniks muundamise koefitsient.

Joonis 29 on esitatud reaalne (periood 1993-2012) ja prognoositud (periood 2013-2020) dilämmastikoksiidi emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest, „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi kasvab näitaja DEs2 ca 68% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi ca 63% võrreldes 2012. aastaga.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökoonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 29.** Reaalne ja prognoositud dilämmastikoksiidi emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg N<sub>2</sub>O/aasta

Kui 2015. aastal on vahe erinevate stsenaariumide prognooside vahel ca 2%, siis 2020. aastaks muutub ta ca 3%-ks, mis on põhjustatud täiskasvanud veiste arvu suurenemisest.

## Noorveised

Dilämmastikoksiidi emissiooni noorveiste sõnnikukäitlusest leitakse valemiga (29):

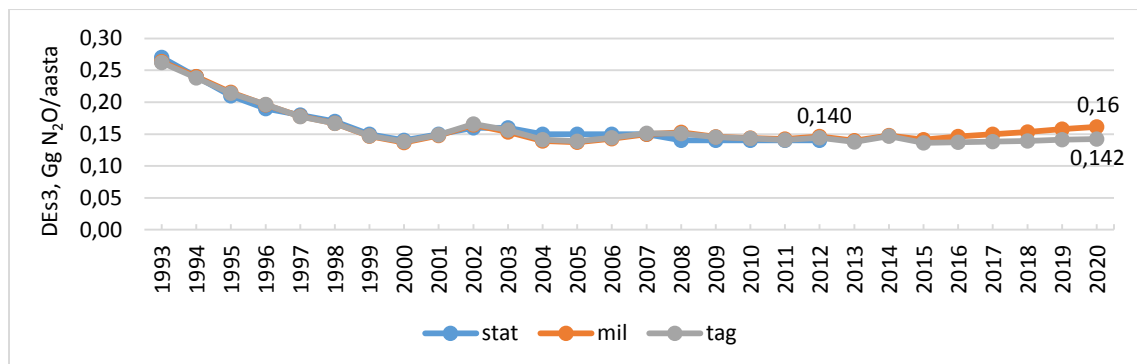
$$DEs3 = \frac{(NNV * \frac{LSnv}{100} * DLSk + NNV * \frac{(SSnv + DLnv)}{100} * DSDk + NNV * \frac{PRnv}{100} * DPRk) * \frac{44}{28}}{1000}, \quad (29)$$

kus

- DEs3 on dilämmastikoksiidi emissioon noorveiste sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- NNV on noorveiste lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas, t N/aasta,
- LSnv on noorveiste vedelsõnniku käitlussüsteem, %,
- DLSk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor vedelsõnniku käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- SSnv on noorveiste tahesõnniku käitlussüsteem, %,
- DLnv on noorveiste sõnniku muu (sügavallapanu) käitlussüsteem, %,
- DSDk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor tahesõnniku ja sügavallapanu käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- PRnv on noorveiste sõnnik karjamaal, %,

- DPRk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor karjatamisel karjamaal, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- 44/28 on N<sub>2</sub>O-N emissiooni N<sub>2</sub>O emissiooniks muundamise koefitsient.

Noorveiste dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitlusest on esitatud Joonis 30. Võrreldes 2012. aastaga kasvab noorveiste N<sub>2</sub>O emissioon „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ca 15% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 2%.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 30.** Reaalne ja prognoositud dilämmastikoksiidi emissioon noorveiste sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg N<sub>2</sub>O/aasta

Seoses noorveiste arvukuse muutumisega stsenaariumide prognoosides muutub ka noorveiste metaani emissiooni suurus, 2015. aastal on vahe kahe stsenaariumi vahel ca 4%, 2020. aastal suureneb vahe ca 12%-ni.

### 3.3.2. Seakasvatus

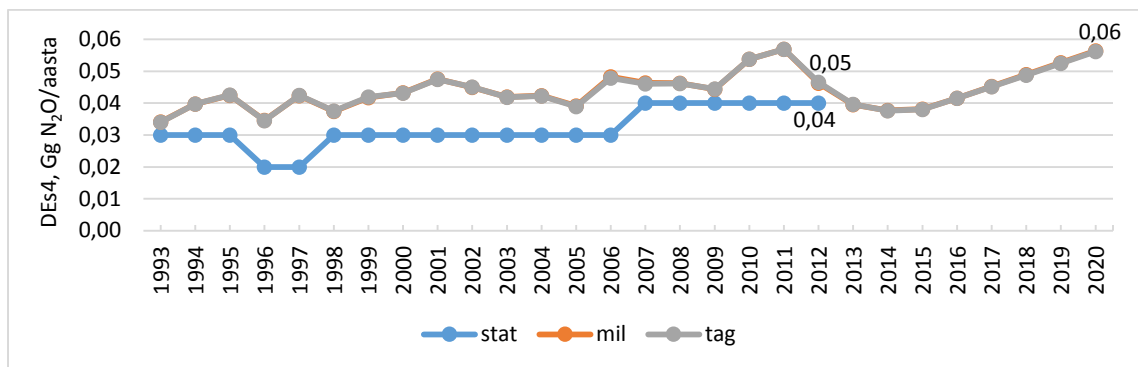
Dilämmastikoksiidi emissioon sigade sõnnikukäitlusest on leitav valemiga (30):

$$DEs4 = \frac{(NS \cdot \frac{LSS}{100} \cdot DLSk + NS \cdot \frac{SSs}{100} \cdot DSDk + NS \cdot \frac{PRs}{100} \cdot DPRk) \cdot \frac{44}{28}}{1000}, \quad (30)$$

kus

- DEs4 on dilämmastikoksiidi emissioon sigade sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- NS on sigade lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas, t N/aasta,
- LSS on sigade vedelsõnniku käitlussüsteem, %,
- DLSk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor vedelsõnniku käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- SSs on sigade tahesõnniku käitlussüsteem, %,
- DSDk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor tahesõnniku ja sügavallapanu käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- PRs on sigade sõnnik karjamaal, %,
- DPRk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor karjatamisel karjamaal, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- 44/28 on N<sub>2</sub>O-N emissiooni N<sub>2</sub>O emissiooniks muundamise koefitsient.

Joonis 31 on esitatud dilämmastikoksiidi emissioon sigade sõnnikukäitlusest aastatel 1993-2020. 2012. aastal on vahe statistilise ja arvutusliku näitaja vahel ca 14% (on seotud erinevusega mudeli ja NIR, CRF andmetes). 2020. aastal kasvab DEs4 ca 50% võrreldes 2012. aasta statistilise näitajaga ja ca 29% võrreldes 2012. aasta arvutusliku näitajaga.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 31.** Reaalne ja prognoositud dilämmastikoksiidi emissioon sigade sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg N<sub>2</sub>O/aasta

Kui arvestada sellega, et prognoosi järgi on perioodil 2013-2020 sigade lämmastiku ekskretsiooni määr konstantne ca 10,21 kg N/pea/aasta, on N<sub>2</sub>O emissiooni kasv sigade sõnnikukäitlusest seotud eelkõige sigade arvu suurenemisega.

### 3.3.3. Lambakasvatus

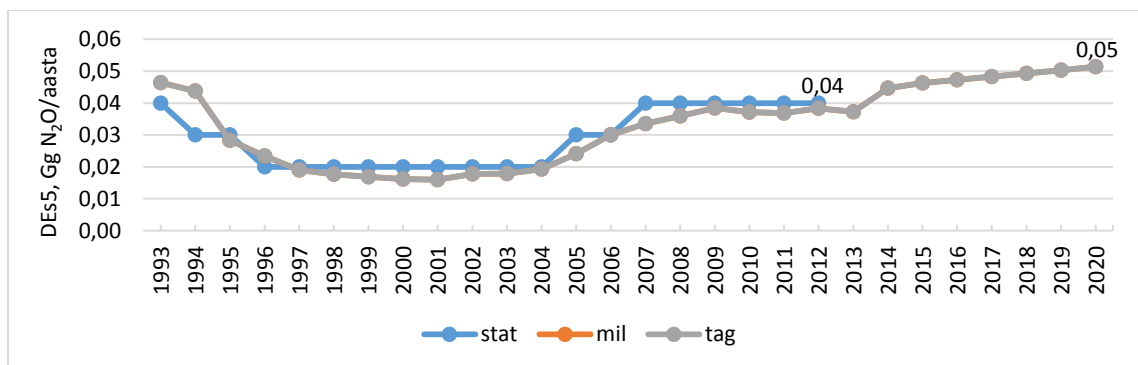
Dilämmastikoksiidi emissiooni lammaste sõnnikukäitlusest arvutatakse valemiga (31):

$$DEs5 = \frac{(NL \cdot \frac{LSI}{100} \cdot DLSk + NL \cdot \frac{SSI}{100} \cdot DSDk + NL \cdot \frac{PRI}{100} \cdot DPRk) \cdot \frac{44}{28}}{1000}, \quad (31)$$

kus

- DEs5 on dilämmastikoksiidi emissioon lammaste sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- NL on lammaste lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas, t N/aasta,
- LSI on lammaste vedelsõnniku käitlussüsteem, %,
- DLSk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor vedelsõnniku käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- SSI on lammaste tahesõnniku käitlussüsteem, %,
- DSDk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor tahesõnniku ja sügavallapanu käitlussüsteemis, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- PRI on lammaste sõnnik karjamaal, %,
- DPRk on lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor karjatamisel karjamaal, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N,
- 44/28 on N<sub>2</sub>O-N emissiooni N<sub>2</sub>O emissiooniks muundamise koefitsient.

Mõlema stsenaariumi prognooside järgi kasvab 2020. aastal dilämmastikoksiidi emissioon lammaste sõnnikukäitlusest ca 28% võrreldes 2012. aastaga (Joonis 32). DEs5 kasv on tingitud lammaste arvukuse suurenemisest.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 32.** Reaalne ja prognoositud dilämmastikoksiidi emissioon lammaste sõnnikukäitlusest perioodil 1993-2020, Gg N<sub>2</sub>O/aasta

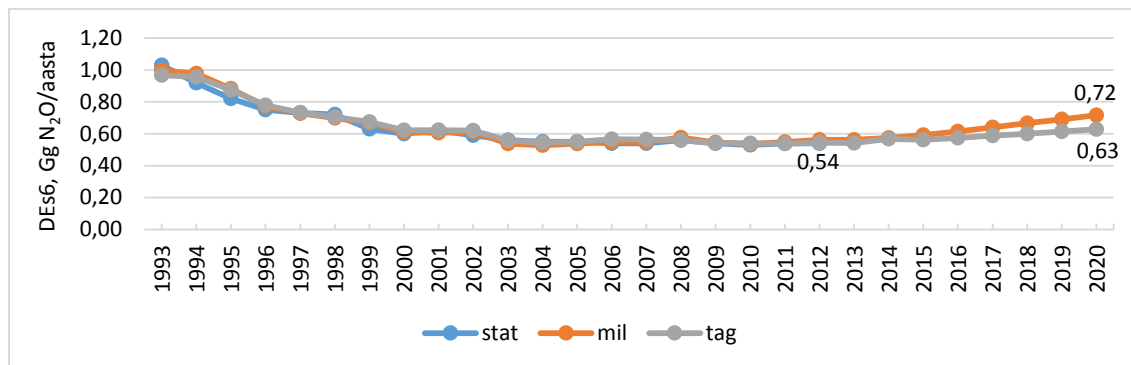


### 3.3.4. Loomakasvatus kokku

Loomakasvatusest sõnnikukäitlusest dilämmastikoksiidi emissiooni (DEs6, Gg N<sub>2</sub>O/aasta) leidmiseks liidetakse kokku piimalehmade (DEs1), täiskasvanud veiste (DEs2), noorveiste (DEs3), sigade (DEs4) ja lammaste (DEs5) metaani emissioonid sõnnikukäitlusest (32):

$$DEs6 = DEs1 + DEs2 + DEs3 + DEs4 + DEs5 \quad (32).$$

2020. aastal kasvab dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitlusest loomakasvatuse võrreldes 2012. aastaga „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi kohaselt ca 33% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi kohaselt ca 16% võrra (Joonis 33). 2015. aastal on vahe kahe stsenaariumi vahel ca 5%, 2020. aastal suureneb vahe ca 13%-ni.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 33.** Reaalne ja prognoositud dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitlusest loomakasvatuse kokku perioodil 1993-2020, Gg N<sub>2</sub>O/aasta

Veisekasvatusest on N<sub>2</sub>O emissioon veiste sõnnikukäitlusest põhjustatud suuremal määral (üle 55%) piimalehmade sõnniku käitlemisest: 2012. aastal oli ca 59%, 2020. aastaks kasvab „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi ca 60%-ni ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi väheneb ca 57%-ni. Samal ajal kasvab täiskasvanud veiste N<sub>2</sub>O emissiooni (DEs2) osakaal veisekasvatuse sõnnikukäitluse N<sub>2</sub>O emissioonist kokku (ca 11%-st vastavalt ca 14% ja 16%-ni), noorveiste N<sub>2</sub>O emissiooni (DEs3) osakaal väheneb ca 30%-st „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi kohaselt ca 26%-ni ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi kohaselt ca 27%-ni.

Loomakasvatusest kokku on 2012. aastal dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitlusest põhjustatud ca 50% ulatuses piimalehmade, ca 26% noorveiste, ca 9% täiskasvanud veiste ning ca 7,5% sigade ja ca 7,5% lammaste poolt. 2020. aastal muutuvad proportsioonid „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi kohaselt järgmiselt ca 51% N<sub>2</sub>O emissioonist sõnnikukäitlusest loomakasvatusest tuleb piimalehmade, ca 22% noorveiste, ca 12% täiskasvanud veiste, ca 8% sigade ja ca 7% lammaste poolt. Tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi kohaselt muutub 2020. aastal piimalehmade, noorveiste, täiskasvanud veiste, sigade ja lammaste poolt põhjustatud emissioonide osakaal DEs6-st vastavalt ca 47%, 23%, 13%, 9% ja 8%-ks.

## 3.4. Kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendina

### 3.4.1. Veisekasvatus

#### Piimalehmad

Piimalehmadelt kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis on arvutatav järgmiselt (33):

$$CO_2e1 = MEf1 * 21 + MEs1 * 21 + DEs1 * 310, \quad (33)$$

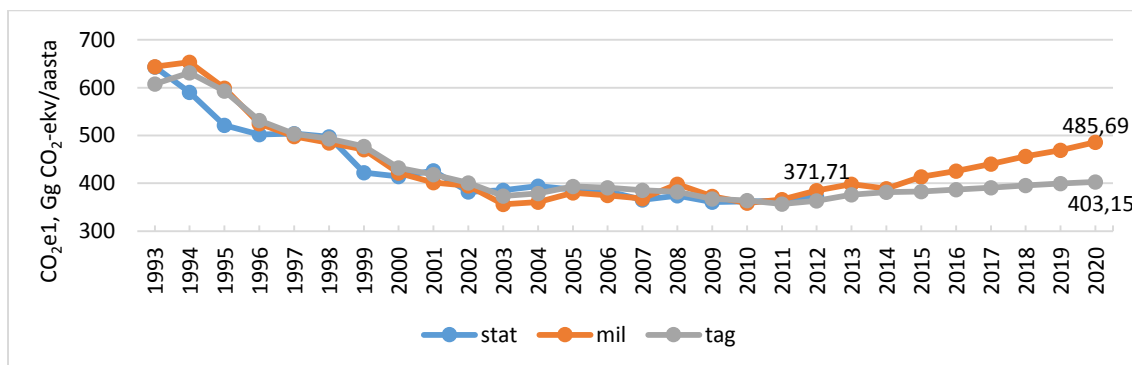
kus

- CO<sub>2</sub>e1 on piimalehmadelt kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta,
- MEf1 on metaani emissioon piimalehmade enteraalsest fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,

- 21 on metaani kliima globaalse soojenemise potentsiaal (st 1 ühik CH<sub>4</sub> = 21 ühikut CO<sub>2</sub>-ekv; ka edaspidi),
- MEs1 on metaani emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- DEs1 on dilämmastikoksiidi emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- 310 on dilämmastikoksiidi kliima globaalse soojenemise potentsiaal (st 1 ühik N<sub>2</sub>O = 310 ühikut CO<sub>2</sub>-ekv; ka edaspidi).

Prognooside järgi kasvab KHG-de emissioon (CO<sub>2</sub>-ekv) piimalehmadelt võrreldes 2012. aastaga 2020. aastaks ca 31% võrra „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 8% (Joonis 34). Stsenaariumide prognooside vahe on 2015. aastal ca 7%, 2020. aastal suureneb vahe ca 17%-ni. Suurem osa (ca 72%) KHG-de (CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O ümberarvutatuna CO<sub>2</sub> ekvivalendiks) emissioonist piimalehmadelt on põhjustatud nii 2012. (statistilistel andmetel) kui ka 2020. aastal enteraalsest fermentatsioonist. Piimalehmade sõnniku käitlusel tekkivatest KHG-dest on 2020. aastal ca 5% metaani ja ca 23% dilämmastikoksiidi panus, 2012. aastal olid vastavad näitajad ca 6% ja 22%, mis tähendab, et vaatamata suurenevale vedelsõnnikusüsteemide kasutuselevõtule, mis pigem „soodustab“ metaani teket ja vähendab dilämmastikoksiidi „leket“, suureneb N<sub>2</sub>O mõju KHG-na. Dilämmastikoksiidi eraldumine sõnniku käitlemisel suureneb palju kiiremini kui tekib metaani: kaheksa aastaga (2013-2020) kasvab N<sub>2</sub>O emissioon ca 10% (tag) kuni 35% (mil), CH<sub>4</sub> emissioon aga ainult 1% (tag) kuni 18% (mil) võrra.

2020. aastal kahaneb „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt, kus piima kogutoodang suureneb nii piimalehmade arvu kui ka produktiivsuse kasvu tõttu, piimalehmade KHG-de emissioon (CO<sub>2</sub>-ekv) ühe kilogrammi toodetud piima kohta ca 15% võrreldes 2012. aastaga (lisa 6). Tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt väheneb see näitaja ca 10% võrra.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökoonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 34.** Reaalne ja prognoositud kasvuhõonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis piimalehmadelt perioodil 1993-2020, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta

### Täiskasvanud veised

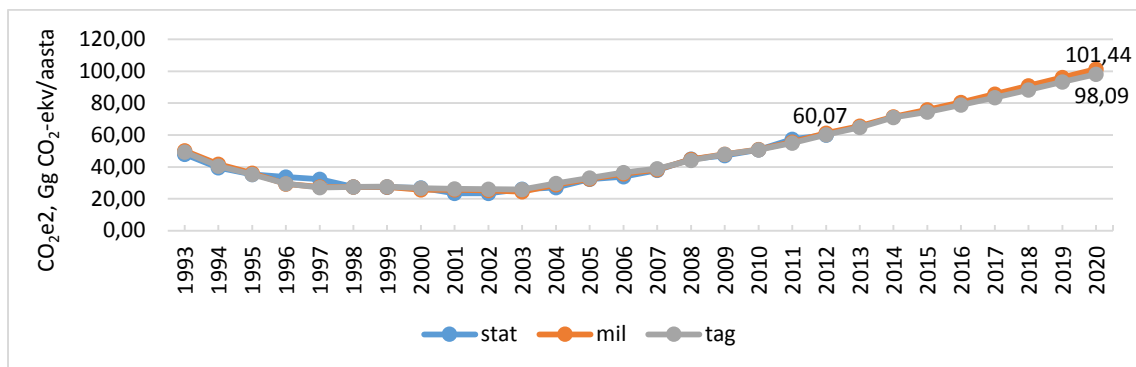
Täiskasvanud veiste KHG-de emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis on leitav valemiga (34):

$$CO2e2 = MEf2 * 21 + MEs2 * 21 + DEs2 * 310, \quad (34)$$

kus

- CO<sub>2</sub>e2 on täiskasvanud veiste KHG-de emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta,
- MEf2 on metaani emissioon täiskasvanute veiste enteraalsest fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- 21 on metaani kliima globaalse soojenemise potentsiaal,
- MEs2 on metaani emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- DEs2 on dilämmastikoksiidi emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- 310 on dilämmastikoksiidi kliima globaalse soojenemise potentsiaal.

Joonis 35 on esitatud KHG-de emissiooni (CO<sub>2</sub>-ekv) prognoosid täiskasvanud veistelt perioodiks 2013-2020. „Miljoni tonni“ stsenaariumi järgi kasvab 2020. aastal KHG emissioon täiskasvanud veistelt ca 69% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi ca 63% võrreldes 2012. aastaga. Stsenaariumide prognooside vahel on 2015. aastal erinevus ca 2%, 2020. aastaks muutub ta ca 3%-ni.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 35.** Reaalne ja prognoositud kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis täiskasvanud veistel perioodil 1993-2020, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta

Nii 2012. kui ka 2020. aastal on täiskasvanud veistel suurem osa (ca 73%) KHG-de (CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O ümberarvutatuna CO<sub>2</sub> ekvivalendiks) emissioonist põhjustatud enteraalset fermentatsioonist, sõnnikukäitlusest moodustab metaan ümberarvutatuna CO<sub>2</sub> ekvivalendiks ca 1% ja dilämmastikoksiidid ca 26% KHG emissioonist CO<sub>2</sub>-ekv kokku.

## Noorveised

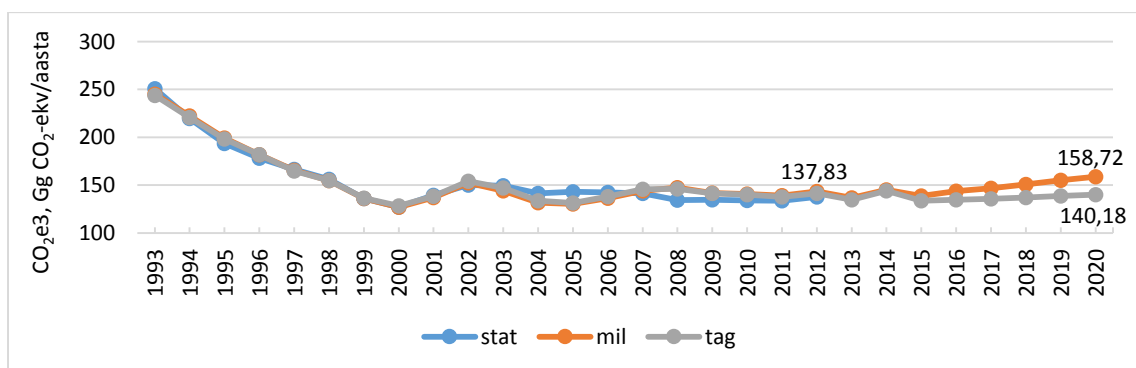
Noorveistelt KHG-de emissiooni leidmiseks CO<sub>2</sub> ekvivalendis on valem (35):

$$CO_2e_3 = MEf_3 * 21 + MEs_3 * 21 + DEs_3 * 310, \quad (35)$$

kus

- CO<sub>2e3</sub> on noorveistelt kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta,
- MEf<sub>3</sub> on metaani emissioon noorveiste enteraalset fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- 21 on metaani kliima globaalse soojenemise potentsiaal,
- MEs<sub>3</sub> on metaani emissioon noorveiste sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- DEs<sub>3</sub> on dilämmastikoksiidi emissioon noorveiste sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- 310 on dilämmastikoksiidi kliima globaalse soojenemise potentsiaal.

Noorveistelt tekib 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi ca 15% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi ca 2% võrra rohkem KHG emissioone CO<sub>2</sub> ekvivalendis kui 2012. aastal (Joonis 36). Stsenaariumide prognooside vahe suureneb 2015. aasta ca 4%-st 2020. aastal ca 12%-ni.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 36.** Reaalne ja prognoositud KHG-de emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis noorveistelt perioodil 1993-2020, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta

Noorveistelt põhjustatud KHG-de (CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O ümberarvutatuna CO<sub>2</sub> ekvivalendiks) emissioonist moodustab suuremat osa (ca 65%) nii 2012. kui ka 2020. aastal enteraalne fermentatsioon. Sõnnikukäitlusest moodustab metaan ümberarvutatuna CO<sub>2</sub> ekvivalendiks ca 4% noorveiste KHG emissioonist CO<sub>2</sub>-ekv kokku ja dilämmastikoksiidid ca 31%.

### 3.4.2. Seakasvatus

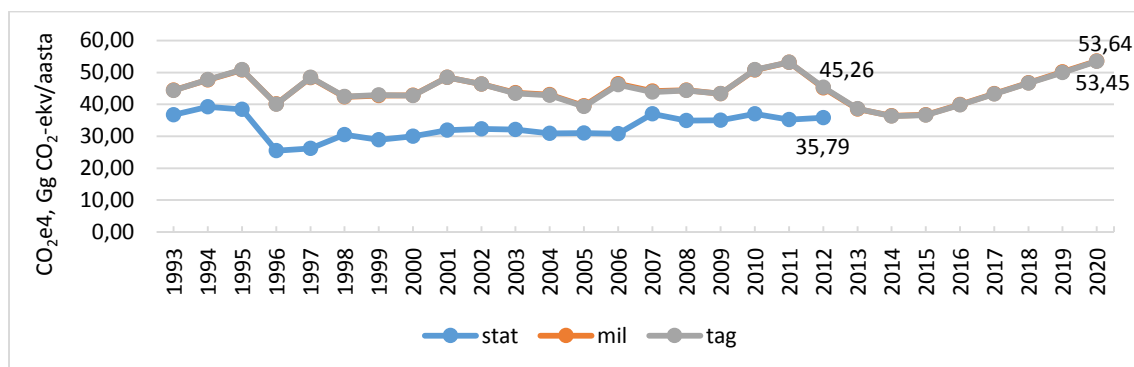
Sigadelt kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis on leitav järgmiselt (36):

$$CO_2e_4 = MEf_4 * 21 + MEs_4 * 21 + DEs_4 * 310, \quad (36)$$

kus

- CO<sub>2</sub>e<sub>4</sub> on sigadelt KHG-de emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta,
- MEf<sub>4</sub> on metaani emissioon sigade enteraalsest fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- 21 on metaani kliima globaalse soojenemise potentsiaal,
- MEs<sub>4</sub> on metaani emissioon sigade sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- DEs<sub>4</sub> on dilämmastikoksiidi emissioon sigade sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- 310 on dilämmastikoksiidi kliima globaalse soojenemise potentsiaal.

Ca 21%-ne vahe statistilise ja arvutusliku CO<sub>2</sub>e<sub>4</sub> vahel on põhjustatud sigade arvu erinevusest Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis ja NIR-is, CRF-is (vt peatükk 2) (Joonis 37). Sigade KHG-de emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis on 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi ca 50% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi ca 49% suurem kui 2012. aastal statistiline CO<sub>2</sub>e<sub>4</sub> näitaja. Võrreldes 2012. aasta arvutusliku CO<sub>2</sub>e<sub>4</sub> näitajaga kasvavad 2020. aastal sigade KHG-de emissioonid (CO<sub>2</sub>-ekv) vastavalt ca 19% ja ca 18% võrra.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 37.** Reaalne ja prognoositud kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis sigadelt perioodil 1993-2020, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta

Nii 2012. kui ka 2020. aastal (mõlema stsenaariumi prognoosi kohaselt) põhjustab sigade enteraalne fermentatsioon ca 22% sigade KHG-de (CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O ümberarvutatuna CO<sub>2</sub> ekvivalendiks) emissioonist. Sõnnikukäitlusest moodustab 2020. aastal CH<sub>4</sub> ümberarvutatuna CO<sub>2</sub> ekvivalendiks ca 45% sigade KHG-de emissioonist CO<sub>2</sub>-ekv kokku ja N<sub>2</sub>O ca 33% (2012. aastal on vastavalt ca 44% ja ca 34%).

### 3.4.3. Lambakasvatus

Lammastelt KHG-de emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis on arvutatav valemiga (37):

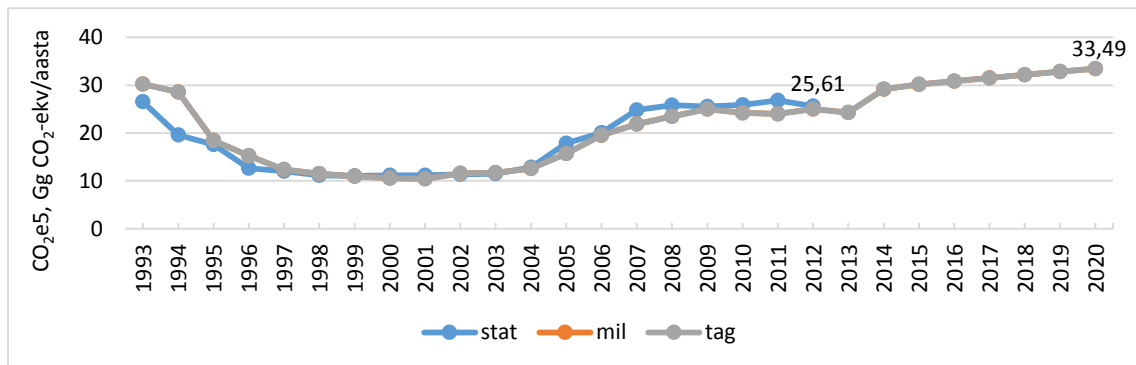
$$CO_2e_5 = MEf_5 * 21 + MEs_5 * 21 + DEs_5 * 310, \quad (37)$$

kus

- CO<sub>2</sub>e<sub>5</sub> on lammastelt kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta,
- MEf<sub>5</sub> on metaani emissioon lammaste enteraalsest fermentatsioonist, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- 21 on metaani kliima globaalse soojenemise potentsiaal,
- MEs<sub>5</sub> on metaani emissioon lammaste sõnnikukäitlusest, Gg CH<sub>4</sub>/aasta,
- DEs<sub>5</sub> on dilämmastikoksiidi emissioon lammaste sõnnikukäitlusest, Gg N<sub>2</sub>O/aasta,
- 310 on dilämmastikoksiidi kliima globaalse soojenemise potentsiaal.

2020. aastaks kasvab mõlema stsenaariumi prognooside järgi lammaste poolt tekitav KHG-de emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis ca 31% võrra (võrreldes 2012. aastaga) (Joonis 38). Lammaste arvu kasvuga suureneb soolesisese fermentatsioonist tekkiva metaani panus lambakasvatuse KHG emissiooni (CO<sub>2</sub>-ekv): kui

2012. aastal oli ca 50% KHG-de (CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O ümberarvutatuna CO<sub>2</sub> ekvivalendiks) emissioonist põhjustatud lammaste enteraalset fermentatsioonist, siis 2020. aastal on see ca 51%. Seevastu väheneb dilämmastikoksiidi osakaal ümberarvutatuna CO<sub>2</sub> ekvivalendiks lammastelt tekkivas KHG-de emissioonis ca 49%-lt 2012. aastal ca 48%-ni 2020. aastal. Sõnniku käitlusel moodustuva metaani panus CO<sub>2</sub> ekvivalendis on ca 1% lammaste poolt tekitavasse KHG-de emissioonis (CO<sub>2</sub>-ekv).



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

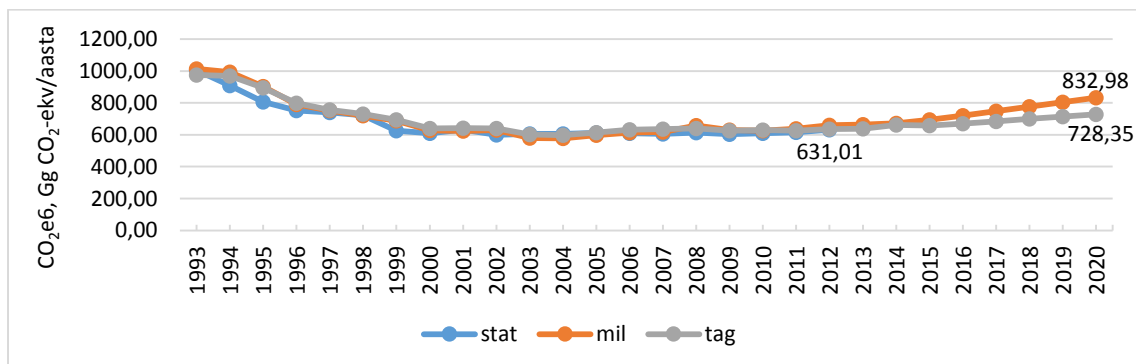
**Joonis 38.** Reaalne ja prognoositud KHG-de emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis lammastelt perioodil 1993-2020, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta

### 3.4.4. Loomakasvatus kokku

Loomakasvatuse KHG-de emissiooni CO<sub>2</sub> ekvivalendis (CO<sub>2</sub>e6, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta) leidmiseks liidetakse kokku piimalehmade (CO<sub>2</sub>e1), täiskasvanud veiste (CO<sub>2</sub>e2), noorveiste (CO<sub>2</sub>e3), sigade (CO<sub>2</sub>e4) ja lammaste (CO<sub>2</sub>e5) KHG-de emissioonid CO<sub>2</sub> ekvivalendis (38):

$$CO_2e6 = CO_2e1 + CO_2e2 + CO_2e3 + CO_2e4 + CO_2e5 \quad (38).$$

Joonis 39 on esitatud reaalne ja prognoositud KHG-de emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis veise-, sea- ja lambakasvatusest perioodil 1993-2020. „Miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi kohaselt kasvab 2020. aastal KHG-de emissioon loomakasvatusest (CO<sub>2</sub>-ekv) ca 32% ning tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi kohaselt moodustab KHG-de emissiooni kasv võrreldes 2012. aastaga ca 15%. Vahe stsenaariumide vahel suureneb ca 5%-st 2015. aastal ca 13%-ni 2020. aastal.



Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014]

**Joonis 39.** Reaalne ja prognoositud kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis loomakasvatusest kokku perioodil 1993-2020, Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta

Suuremat osa (üle 50%) loomakasvatuse KHG-de emissioonist CO<sub>2</sub> ekvivalendis põhjustavad piimalehmad (lisa 7). Vaatamata sellele, et perioodil 2015-2020 kasvab piimalehmade arv ja produktiivsus, väheneb piimalehmade KHG-de emissiooni osakaal loomakasvatuse KHG-de emissioonidest kokku 2020. aastal ca 58%-ni „miljoni tonni“ stsenaariumis ja ca 55%-ni tagasihoidlikumas stsenaariumis (2012. aastal oli see näitaja ca 59%). Noorveiste poolt põhjustatud KHG-de emissioon (CO<sub>2</sub>-ekv) moodustab 2012. aastal ca 22% loomakasvatuse KHG-de emissioonidest, 2020. aastaks muutub see näitaja mõlema stsenaariumi prognooside kohaselt ca 19%-ks. Ca 10% KHG-de emissioonidest (CO<sub>2</sub>-ekv) loomakasvatusest on

põhjustatud 2012. aastal täiskasvanud veiste poolt, 2020. aastal on see näitaja ca 12% „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi ja ca 13% tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi. Veisekasvatusest kokku on tingitud ca 90% KHG-de emissioonidest loomakasvatuses nii 2012. aastal kui ka 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi prognooside järgi (tagasihoidlikumas stsenaariumis ca 88%). Seakasvatusest tuleb ca 6% ja lambakasvatusest ca 4% loomakasvatuse KHG-de emissioonidest (nii 2012. aastal kui ka 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi prognooside kohaselt). Tagasihoidlikuma stsenaariumi prognooside kohaselt suurenevad sea- ja lambakasvatuse KHG-de emissiooni (CO<sub>2</sub>-ekv) osakaalud loomakasvatuse KHG-de emissioonidest kokku ca 1% võrra.

## KOKKUVÕTE

Eesti on seotud mitme rahvusvahelise koskkonnaalase kokkuleppega ja toetab riikidevahelist koostööd keskkonna parandamiseks ja kaitseks. Vastavalt Kyoto protokollile oli Eesti kohustatud vähendama kasvuhoonegaaside (KHG) heitkoguseid perioodil 2008-2012 8% võrra võrreldes 1990. aastaga. KHG-de emissioon mõõdetuna CO<sub>2</sub> ekvivalendis (CO<sub>2</sub>-ekv) oli 2012. aastal Eestis ca 53% võrra väiksem kui 1990. aastal. Euroopa Liidu tasandil on eesmärgiks seatud 80-95%-line KHG-de heitekoguste vähenemine 2050. aastaks (võrreldes 1990. aastaga), mis esitab ka Eestile suuri väljakutseid. Kuigi ainult 6,9% KHG-de emissioonist oli põhjustatud 2012. aastal põllumajandusesektori poolt, on oodata KHG-de emissiooni kasvu seoses tootmismahdade suurenemisega, mida toetavad nii kasvavad põllumajandustoodangu hinnad kui ka erinevad riiklikud strateegiad (Eesti piimanduse strateegia 2012-2020, Teraviljastrateegia, Eesti teraviljasektori arengukava aastateks 2014–2020).

Vastavalt ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC), Kyoto protokollile ja EL kasvuhoonegaaside heite seire- ja aruandlusmehhanismile esitab Eesti igal aastal riikliku inventuuriaruande (NIR) ja ühtse aruandevormi (CRF) tabelid, mille koostamisel kasutatavad meetodid, lähteandmete kogumine ja eriheiteturite valik on kooskõlas rahvusvaheliste juhistega. Antud aruandes võeti aluseks nii IPCC 2006 kui ka 2014. aastal Eestis esitatud NIR ja CRF perioodi 1990-2012 kohta, mis sisaldavad vajalikke andmeid ja hinnanguid Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis kasutamiseks, milles prognoosid baseeruvad andmetel alates 1992. aastast. Mudelit täiendati 54 võrrandiga, et see võimaldaks prognoosida KHG-de emissiooni loomakasvatuse sektoris.

Põllumajanduses moodustuvad KHG-de heitkogused kariloomade enteralse (soolesisese) fermentatsiooni metaani (CH<sub>4</sub>) emissioonidest, sõnniku käitlemisel tekkivatest CH<sub>4</sub> ja dilämmastikoksiidi (N<sub>2</sub>O) emissioonidest ning otsestest ja kaudsetest N<sub>2</sub>O emissioonidest põllumajandusmaalt. Antud aruandes on vaatluse alla võetud loomakasvatusega otseselt seotud kasvuhoonegaasid ehk metaan ja dilämmastikoksiid, mida arvutatakse ümber ka CO<sub>2</sub> ekvivalendiks. Lähtuvalt sellest, et Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis on olemas andmed ja prognoosid perioodiks 1992-2020 veise-, sea- ja lambakasvatuse loomade arvu kohta, võeti uurimise alla just KHG-de (metaan ja dilämmastikoksiid) emissioonide suuruse prognoos, mis baseerub loomade arvu ja produktiivsuse prognoosil. Lähtuvalt Eesti piimanduse strateegiast 2012-2020 ja piimaturul valitsevast reaalsest olukorrast on Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis tehtud kaks stsenaariumi. Ühe stsenaariumi järgi kasvab piima kogutoodang prognoositud perioodi lõpuks vähemalt ühe miljoni tonnini, teise stsenaariumi kohaselt on piima kogutoodangu kasv pigem tagasihoidlik ja baseerub praegusel olukorral piimaturul.

Loomakasvatuse tekkivate KHG-de (CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O) emissiooni suuruse prognoos baseerub loomade arvul (sh erinevad liigid on määratud erinevatesse kategooriatesse) ning erinevatel KHG-de emissioonifaktoritel, mis sõltuvad nii loomade kategooriate karakteristikutest (vanus, kehamass) kui ka sõnnikukäitlemise süsteemidest. Vaatamata sellele, et loomade karjatamisel karjamaadel sõnnikust tekkiv dilämmastikoksiid arvestatakse põllumajanduslikelt muldadelt tuleneva kaudse N<sub>2</sub>O emissiooni hulka, on selles töös seda käsitletud osana loomakasvatusest põhjustatud KHG-de heitkogustest. Seega, karjamaale jäetud sõnnikust eralduv dilämmastikoksiid on arvestatud loomakasvatuse KHG emissioonide hulka ning seda käsitletakse ühe sõnniku käitlemise süsteemina.

Metaani emissioonifaktor enteralsest fermentatsioonist sõltub veiste puhul loomade vanusel põhinevatest kategooriatest: täiskasvanud piimalehmad, täiskasvanud mitte-piimalehmad (veised, lehmad), noorveised (vasikad vanuses 0-6 ja 6-12 kuud ning mullikad vanuses 12-24 kuud). Metaani emissioonifaktor piimalehmade enteralsest fermentatsioonist prognoositi Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeliga piimalehmade produktiivsuse ja piima rasvasisalduse näitajate muutuste alusel. „Miljoni tonni“ stsenaariumi

prognoosi kohaselt kasvab 2020. aastaks piimalehmade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist 16% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi 10% võrra võrreldes 2012. aastaga. Täiskasvanud veistel võeti prognoosimisel aluseks metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist 60,94 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta. Noorveiste metaani emissioonifaktor soolesisesest fermentatsioonist prognoositi vasikate ja mullikate arvu ning 2014. aasta NIR-i emissioonifaktorite alusel. Võrreldes 2012. aastaga kasvab 2020. aastaks noorveiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi 1% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 2% võrreldes 2012. aastaga. Sigade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist sõltub nii loomade kehamassist kui ka emissioonifaktorist sigade iga kehamassi kategooria jaoks. Mõlema stsenaariumi prognooside kohaselt jääb sigade metaani emissioonifaktor kuni 2020. aastani stabiilseks (u 0,98 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta). Lammaste CH<sub>4</sub> emissioonifaktor soolesisesest fermentatsioonist 8,00 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta (vastavalt NIR-le) on võetud aluseks ka 2013-2020. aastate KHG heitkoguste prognoosi jaoks.

Nii metaani kui ka dilämmastikoksiidi emissioonid, mis tekivad sõnnikukäitlusest, sõltuvad sõnniku käitlemise süsteemidest. Sõnniku käitlemine vedelsüsteemides (anaeroobselt) soodustab metaani teket võrreldes sõnniku käitlemisega tahesüsteemides või sõnniku jätmisega karjamaale, kuid samal ajal vähendab dilämmastikoksiidi tekkimist. Kariloomade sõnniku osakaal, mida käideldakse erinevates sõnnikukäitluse süsteemides leiti CRF andmete põhjal: tabelites esitatud lämmastiku koguse alusel ühes või teises süsteemis ning kui palju see moodustab kogu lämmastikust sõnnikus. Eeldati et 2020. aastaks kasvab piimalehmade pidamisel vedelsõnnikusüsteemide osakaal, noorveiste puhul suureneb nii vedelsõnnikusüsteemi kui sügavallapanu osakaal, sigadel aga vedelsõnnikusüsteemi osakaal väheneb.

Metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest sõltub veiste puhul loomade kategooriatest, sõnnikukäitluse süsteemide metaani muundamise koefitsientidest ning sõnniku osakaalust, mida käideldakse erinevates sõnnikukäitluse süsteemides. Piimalehmade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest prognoositi piimalehmade produktiivsuse näitaja ja piimalehmade sõnniku vedelsõnnikusüsteemides käitlemise osakaalu muutuste alusel. 2020. aastaks kasvab piimalehmade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi 4% võrra ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 3% võrra võrreldes 2012. aastaga. Täiskasvanud veiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest oli 2014. aasta CRF-i järgi perioodil 1992-2012 muutumatu 1,12 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta, mida kasutati ka mudelis täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest metaani heitkoguse prognoosimiseks. Noorveiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest prognoositi sõnniku vedelsõnnikusüsteemides ja muus süsteemis (sügavallapanu) käitlemise osakaalude muutuste alusel. Nii „miljoni tonni“ kui ka tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi kasvab noorveiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest 2020. aastal võrreldes 2012. aastaga 5%. Sigade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest sõltub suuremal määral vedelsõnnikusüsteemide kasutamisest sõnnikukäitluses, emissioonifaktori prognoosimisel on arvestatud sigade sõnniku käitlemise osakaalu muutustega vedelsõnnikusüsteemides. Mõlema stsenaariumi prognooside kohaselt on 2020. aastal sigade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest ca 2% suurem kui 2012. aastal, kuid pikemas perspektiivis on näha emissioonifaktori vähenemist. Lammaste CH<sub>4</sub> emissioonifaktor sõnnikukäitlusest on NIR-i ja CRF-i andmetel 0,19 kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta, mida kasutati ka 2013-2020. aastate KHG heitkoguste prognoosimisel.

Dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitlusest sõltub nii veiste kui ka sigade puhul lämmastiku ekskretsiooni määrast vastavalt loomade kategooriatele ning eritatud lämmastiku käitlemisest erinevates sõnnikukäitluse süsteemides (osakaal ja N<sub>2</sub>O emissiooni koefitsient). Piimalehmade lämmastiku ekskretsioon prognoositi piimalehmade produktiivsuse ja keskmise piima valgusisalduse muutuste alusel. Piimalehmade lämmastiku ekskretsiooni määr suureneb 2020. aastaks „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi 19% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 11% võrreldes 2012. aastaga. Muude veiste puhul on lämmastiku ekskretsiooni koguse prognoosimisel arvestatud täiskasvanud veiste (isased) ja täiskasvanute (amm)lehmade osakaaludega täiskasvanutest veiste koguarvust. Mõlema stsenaariumi prognoosi kohaselt on 2020. aastal täiskasvanud veiste lämmastiku ekskretsiooni määr 0,18% suurem kui 2012. aastal. Noorveiste lämmastiku ekskretsiooni määr prognoosimisel on arvestatud loomade arvuga noorveiste vanuserühmades. Võrreldes 2012. aastaga moodustab noorveiste lämmastiku ekskretsiooni määr kasv mõlema stsenaariumi järgi 2020. aastal keskmiselt 1%. Sigade lämmastiku ekskretsiooni määr on 2020. aastal mõlema stsenaariumi järgi 0,3% suurem kui 2012. aastal. Lammaste lämmastiku ekskretsiooni määr on võetud KHG heitkoguste prognoosi jaoks konstantsena (16,00 kg N/pea/aasta).

Prognoositi veisekasvatuse (piimalehmad, vasikad ning veised kokku), seakasvatuse (emised, põrsad ning sead kokku) ning lambakasvatusega (uted, talled ning lambad kokku koos kitsedega) seotud näitajaid. Vastavalt NIR-is kasutatavale meetodikale prognoositi täiskasvanute veiste arv, vasikate arv erinevates vanuserühmades ning sigade arv erinevates kehamassi kategooriates. Prognooside järgi suureneb kuni 2020.

aastani loomade arv nii veise- (va piimalehmade arv tagasihoidlikumas stsenaariumis) kui ka sea- ja lambakasvatutes. Sigade arv mudeli prognoosides erineb NIR-is ja CRF-is kasutatud andmetest selle poolest, et Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis on kasutatud sigade aastakeskmist arvu, NIR-is ja CRF-is aga aasta lõpu seisuga.

Eesti põllumajanduse makroökonomilise mudeliga tehtud KHG-de ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  ja  $\text{CO}_2$ -ekv) emissioonide prognoosid näitavad, et kariloomade arvukuse ning  $\text{CH}_4$  ja  $\text{N}_2\text{O}$  emissioonifaktorite suurenemisega kasvavad KHG-de emissioonid.

Mõlema stsenaariumi järgi kasvab 2020. aastaks piimalehmade metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist võrreldes 2012. aastaga, „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt 30% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt 9%. Võrreldes 2012. aastaga suureneb 2020. aastal emissioon täiskasvanute veiste enteraalsest fermentatsioonist „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt 69% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt 64% võrra. Noorveistel kasvab „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt 2020. aastal metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist ca 15% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt ca 1% võrreldes 2012. aastaga. Metaani emissiooni prognoos sigade enteraalsest fermentatsioonist näitab, et  $\text{CH}_4$  emissioon suureneb, kuid on raske anda hinnangut, kui palju see muutub võrreldes 2012. aastaga, kuna sigade arv on mudelis ja NIR-is/CRF-is on erinev. Metaani emissioon lammaste enteraalsest fermentatsioonist kasvab 2020. aastal mõlema stsenaariumi järgi 34% võrreldes 2012. aastaga. Loomakasvatutes kokku kasvab 2020. aastal metaani emissioon enteraalsest fermentatsioonist „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi 32% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi 14% võrreldes 2012. aastaga.

„Miljoni tonni“ stsenaariumi järgi kasvab metaani emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest 2020. aastal 18%, tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 1% võrreldes 2012. aastaga. 2020. aastaks kasvab  $\text{CH}_4$  emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt 62% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt 56% võrreldes 2012. aastaga. Noorveiste sõnnikukäitlusest tuleneva metaani emissiooni prognoosid näitavad, et võrreldes 2012. aastaga suureneb emissioon „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi 19% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 5%. Sigade arvu erinevus Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis ja NIR-is, CRF-is ei võimalda anda ühist hinnangut  $\text{CH}_4$  emissiooni muutustele sigade sõnnikukäitlusest, kuid on selgelt näha, et 2020. aastaks kasvab seakasvatutes  $\text{CH}_4$  emissioon sõnnikukäitlusest. Võrreldes 2012. aastaga kahekordistub 2020. aastal mõlema stsenaariumi prognoosi järgi lammaste  $\text{CH}_4$  emissioon sõnnikukäitlusest. Metaani emissioon sõnnikukäitlusest loomakasvatutes kokku kasvab võrreldes 2012. aasta statistilise näitajaga 33% „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi ja 22% tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi.

Dilämmastikoksiidi emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest suureneb 2020. aastaks „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt 35% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 10% võrra võrreldes 2012. aastaga.  $\text{N}_2\text{O}$  emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest on 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi 68% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 63% suurem kui 2012. aastal. Võrreldes 2012. aastaga kasvab noorveiste  $\text{N}_2\text{O}$  emissioon „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt 15% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt 2% võrra. 2020. aastaks suureneb ka dilämmastikoksiidi emissioon sigade sõnnikukäitlusest. Lambakasvatutes kasvab mõlema stsenaariumi prognooside järgi  $\text{N}_2\text{O}$  emissioon 28%. 2020. aastal kasvab dilämmastikoksiidi emissioon sõnnikukäitlusest loomakasvatutes võrreldes 2012. aastaga „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi kohaselt 33% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi kohaselt 16% võrra.

Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudeli prognooside järgi kasvab KHG-de emissioon  $\text{CO}_2$  ekvivalendis ( $\text{CO}_2$ -ekv) piimalehmadelt võrreldes 2012. aastaga 2020. aastaks 31% võrra „miljoni tonni“ stsenaariumi kohaselt ja tagasihoidlikuma stsenaariumi kohaselt 8%. „Miljoni tonni“ stsenaariumi järgi kasvab 2020. aastal KHG emissioon täiskasvanud veistelt 69% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 63% võrreldes 2012. aastaga. Noorveistelt tekib 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi järgi 15% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi järgi 2% võrra rohkem KHG emissioone  $\text{CO}_2$ -ekv kui 2012. aastal. Sigade KHG-de emissioon  $\text{CO}_2$ -ekv on 2020. aastal „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi järgi 50% ja tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi järgi 49% suurem kui 2012. aastal statistiline emissiooni näitaja. 2020. aastaks kasvab mõlema stsenaariumi prognooside järgi lammaste poolt tekitav KHG-de emissioon  $\text{CO}_2$ -ekv 31% võrra. KHG-de emissioon loomakasvatusest ( $\text{CO}_2$ -ekv) kasvab „miljoni tonni“ stsenaariumi prognoosi kohaselt 2020. aastal 32% ning tagasihoidlikuma stsenaariumi prognoosi kohaselt moodustab KHG-de emissiooni kasv võrreldes 2012. aastaga 15%.

Metaani ja dilämmastikoksiidi emissioonid sõnnikukäitlusest sõltuvad enamasti sõnnikukäitlemise süsteemidest, kusjuures vedelsõnnikusüsteemid (ka sügavallapanu) soodustavad metaani teket ja tahesõnnikusüsteemid (ka sügavallapanu) ning karjatamine karjamaal – dilämmastikoksiidi emissiooni.



Alates 2002. aastast võetakse Eesti veisekasvatases kasutusele järjest rohkem vedelsõnnikusüsteeme, seakasvatases vedelsõnnikusüsteemide osakaal pigem väheneb. Sõnnikukäitlemises tekkivate kasvuhoonegaaside heitekogused sõltuvad ka loomade arvust erinevates kategooriates ning vastavatest emissioonifaktoritest (sh lämmastiku ekskretsiooni määr). Kui eeldada, et loomadel ei toimu normaalsete füsioloogiliste protsesside puhul energia tarbimise kasvu, siis piimalehmade puhul produktiivsuse tõusuga suureneb energia- ja proteiinivajadus, mis mõjutab ka sõnnikukäitlusest moodustava metaani ja dilämmastikoksiidi emissiooni suurust.

Arvestades sellega, et 2020. aastani tehtud prognooside järgi kasvab piimatoodang lehma kohta ning ka piima kogutoodang, võib mudeli andmete ja prognooside analüüsi alusel öelda, et piimatootmisel tekkiv KHG-de emissioon ühe toodetud kilogrammi piima kohta väheneb, mis tähendab, et kuigi piimalehmade KHG-de emissioon kasvab, väheneb 1 kg toodetud piima kohta emiteeritavate kasvuhoonegaaside kogus.

Üldiselt põhjustavad piimalehmad suurema osa KHG-de emissioonidest: ca 60% metaani emissioonist enteraalset fermentatsioonist, ca 40-50% metaani emissioonist sõnnikukäitlusest ja ca 50% dilämmastikoksiidi emissioonist sõnnikukäitlusest, mis tähendab, et üle 50% loomakasvatuse KHG-de emissioonist CO<sub>2</sub> ekvivalendis on soetud piimatootmisega. Noorveised põhjustavad ca 20-25% metaani emissioonist enteraalset fermentatsioonist ja dilämmastikoksiidi emissioonist sõnnikukäitlusest. Seakasvatus annab ca 40% metaani emissioonist sõnnikukäitlusest, kuna seakasvatases on kasutusel enamasti (üle 70%) vedelsõnnikusüsteemid. Lambakasvatases sõltub KHG-de emissiooni suurus (ca 4% loomakasvatuse KHG-de emissioonidest) ainult lammaste arvust.

On arusaadav, et kasvav nõudlus toidu järele ning piima- ja lihatoodangu tootmise efektiivsuse tõus loomakasvatases viivad kasvuhoonegaaside emissioonide suurenemiseni, selle juures on oluline mõelda uute tehnoloogiate kasutuselevõtule nii sõnniku käitlemisel (sõnnikukäitlemise süsteemid, sõnniku kasutamine väetisena või biokütuse tootmisel) kui ka loomade söötmisel.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (2014). – *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. [WWW] <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> (04.11.2014)
2. 2030 Climate and energy policy framework. European Council conclusions. (23/24.10.2014). – *European Commission*. [WWW] [http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms\\_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf](http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf) (05.11.2014)
3. Eesti keskkonnaindikaatorid – arendustöö ja tulemused. (2014). – *Keskkonnaagentuur*. [WWW] [http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Keskkonnainvesteeringud\\_EST\\_web.pdf](http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Keskkonnainvesteeringud_EST_web.pdf) (19.11.2014)
4. Eesti keskkonnanäitajad 2012. (2012). – *Keskkonnateabe Keskus*. [WWW] [http://test.keskkonnaagentuur.ee/failid/kk\\_naitajad2012.pdf](http://test.keskkonnaagentuur.ee/failid/kk_naitajad2012.pdf) (16.11.2014)
5. Eesti kuues kliimaruanne. ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta. (2013). – *Keskkonnaministeerium*. [WWW] (04.11.2014)
6. Eesti piimanduse strateegia 2012-2020. (2012). – *Põllumajandusministeerium*. [WWW] <http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/ARENDUSTEGEVUS/piimandusstrateegia-2012-2020.pdf> (03.02.2015)
7. Eesti võimalused liikumaks konkurentsivõimelise madala süsinikuga majanduse suunas aastaks 2050. Lõppraport. (2013). – *Keskkonnaministeerium*. [WWW] [http://www.envir.ee/sites/default/files/loppraport\\_2050.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/loppraport_2050.pdf) (04.11.2014)
8. Energiamõjuga toote tähistamise, teabega varustamise ja vastavushindamise üldised nõuded. (vastu võetud 26.03.2012). – *Riigi Teataja*. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/127032012018> (04.11.2014)
9. Euroopa Liidu kliimapoliitika. – *Välisministeerium*. [WWW] <http://vm.ee/et/euroopa-liidu-kliimapoliitika> (05.11.2014)
10. Finland's National Inventory Report 1990-2012. (2014). – *United Nations Framework Convention on Climate Change*. [WWW]

- [http://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/application/zip/fin-2014-nir-15apr.zip](http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/fin-2014-nir-15apr.zip) (15.12.2014)
11. Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common Reporting Format. (2014) – *United Nations Framework Convention on Climate Change*. [WWW] [https://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/application/zip/est-2014-crf-10oct.zip](https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/est-2014-crf-10oct.zip) (04.11.2014)
  12. Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National inventory report. – *United Nations Framework Convention on Climate Change*. [WWW] [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/8108.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8108.php) (10.11.2014)
  13. Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National inventory report. (2014). – *United Nations Framework Convention on Climate Change*. [WWW] [https://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/application/zip/est-2014-nir-15apr.zip](https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/est-2014-nir-15apr.zip) (04.11.2014)
  14. Kasvuhooneefekt ja kasvuhoonegaasid - mis need on? – *Keskkonnaministeerium*. [WWW] <http://www.envir.ee/et/kasvuhooneefekt-ja-kasvuhoonegaasid-mis-need> (04.11.2014)
  15. Kliimamuutused rahvusvahelistes suhetes. – *Välisministeerium*. [WWW] <http://vm.ee/et/kliimamuutused-rahvusvahelistes-suhetes> (05.11.2014)
  16. Kliimamuutuste põhjused. – *Euroopa Komisjon*. [WWW] [http://ec.europa.eu/clima/citizens/causes/index\\_et.htm](http://ec.europa.eu/clima/citizens/causes/index_et.htm) (04.11.2014)
  17. Käitajate tegevusalade loetelu ja kasvuhoonegaaside lubatud heitkogustega kauplemise kord. – *Riigi Teataja*. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/13321864> (19.11.2014)
  18. **Luik, H., Viira, A-H.** (2014). Karja keskmise aretusväärtuse ja tootmise tehnilise efektiivsuse seosed Eesti piimatootmisettevõtetes. – *Piimafoorum 2014*. / Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda. [WWW] <http://www.epkk.ee/8265> (07.01.2015)
  19. Millised on kasvuhoonegaasid? (2011). – *Euroopa Komisjon*. [WWW] [http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases\\_et.pdf](http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_et.pdf) (04.11.2014)
  20. Latvia's National Inventory Report 1990 – 2012. (2014). – *United Nations Framework Convention on Climate Change*. [WWW] [http://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/application/zip/lva-2014-nir-15apr.zip](http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/lva-2014-nir-15apr.zip) (15.12.2014)
  21. Lithuania's National Inventory Report 2014. (2014). – *United Nations Framework Convention on Climate Change*. [WWW] [http://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/application/zip/ltu-2014-nir-15apr.zip](http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/ltu-2014-nir-15apr.zip) (15.12.2014)
  22. National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2012. (2014). – *United Nations Framework Convention on Climate Change*. [WWW] [http://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/application/zip/deu-2014-nir-15apr.zip](http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/deu-2014-nir-15apr.zip) (15.12.2014)
  23. PM091: Loomad ja linnud, 31. detsember. (andmed uuendatud 25.07.2014). – *Eesti Statistika andmebaas*. [WWW] <http://www.stat.ee> (10.11.2014)
  24. PM12: Loomade ja lindude produktiivsus. (andmed uuendatud 15.05.2014). – *Eesti Statistika andmebaas*. [WWW] <http://www.stat.ee> (10.11.2014)
  25. PM54: Põllumajandustoodang, vahetarbimine, lisandväärtus, kapitali kogumahutus vastava aasta alushindades ja põllumajanduse töäjõud (andmed uuendatud 11.02.2015) – *Eesti Statistika andmebaas*. [WWW] <http://www.stat.ee> (15.02.2015)
  26. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2012 гг. (2014). – *United Nations Framework Convention on Climate Change*. [WWW]

[http://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/inventory\\_review\\_reports/application/zip/rus-2014-nir-27may.zip](http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/inventory_review_reports/application/zip/rus-2014-nir-27may.zip) (15.12.2014)

**LISA 1.** Veise-, lamba- ja seakasvatutes sõnniku käitlemise osakaal erinevates sõnnikukäitluse süsteemides perioodil 1993-2020, %

	Piimalehmad (pl)			Täiskasvanud veised (tv)			Noorveised (nv)				Lambad (l)			Sead (s)		
	LS	SS	PR	LS	SS	PR	LS	SS	Other (DL)	PR	LS	SS	PR	LS	SS	PR
1993	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	NO	43,84	0,00	50,68	49,32	81,82	18,18	0,00
1994	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	NO	43,84	0,00	50,68	49,32	79,60	20,40	0,00
1995	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	NO	43,84	0,00	50,68	49,32	79,05	20,95	0,00
1996	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	NO	43,84	0,00	50,68	49,32	78,55	21,45	0,00
1997	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	NO	43,84	0,00	50,68	49,32	78,56	21,44	0,00
1998	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	NO	43,84	0,00	50,68	49,32	78,22	21,78	0,00
1999	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	NO	43,84	0,00	50,68	49,32	77,59	22,41	0,00
2000	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	NO	43,84	0,00	50,68	49,32	76,76	23,24	0,00
2001	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	43,84	0,00	56,16	NO	43,84	0,00	50,68	49,32	77,45	22,55	0,00
2002	0,66	55,83	43,50	0,00	56,16	43,84	0,00	55,69	0,48	43,84	0,00	50,68	49,32	77,48	22,52	0,00
2003	8,42	50,32	41,26	0,00	56,16	43,84	0,97	51,60	3,92	43,50	0,00	50,68	49,32	77,56	22,44	0,00
2004	10,79	48,21	41,00	0,00	56,16	43,84	1,54	50,36	5,33	42,77	0,00	50,68	49,32	76,48	23,52	0,00
2005	13,06	46,17	40,77	0,00	56,16	43,84	2,06	49,21	6,69	42,05	0,00	50,68	49,32	75,78	24,22	0,00
2006	15,48	44,02	40,50	0,00	56,16	43,84	2,51	48,31	7,84	41,34	0,00	50,68	49,32	74,51	25,49	0,00
2007	17,87	41,84	40,29	0,00	56,16	43,84	3,09	47,20	9,12	40,58	0,00	50,68	49,32	73,75	26,24	0,01
2008	20,15	39,75	40,10	0,00	56,16	43,84	3,55	46,02	10,39	40,03	0,00	50,68	49,32	73,99	25,97	0,04
2009	22,45	37,72	39,83	0,00	56,16	43,84	4,02	44,98	11,62	39,37	0,00	50,68	49,32	74,05	25,86	0,09
2010	25,36	35,09	39,55	0,00	56,16	43,84	4,58	43,87	12,91	38,63	0,00	50,68	49,32	73,56	26,14	0,30
2011	25,22	35,15	39,63	0,00	56,16	43,84	4,62	43,67	13,02	38,69	0,00	50,68	49,32	73,20	26,51	0,30
2012	25,11	35,24	39,65	0,00	56,16	43,84	4,73	43,61	13,07	38,59	0,00	50,68	49,32	73,84	25,87	0,30
2013*	25,10	35,30	39,60	0,00	56,16	43,84	4,75	43,45	13,20	38,60	0,00	50,68	49,32	73,70	26,00	0,30
2014	25,20	35,20	39,60	0,00	56,16	43,84	4,80	43,30	13,30	38,60	0,00	50,68	49,32	73,60	26,10	0,30
2015	25,30	35,10	39,60	0,00	56,16	43,84	4,80	43,30	13,40	38,50	0,00	50,68	49,32	73,50	26,20	0,30
2016	25,40	35,00	39,60	0,00	56,16	43,84	4,90	43,10	13,50	38,50	0,00	50,68	49,32	73,40	26,30	0,30
2017	25,50	34,90	39,60	0,00	56,16	43,84	4,90	43,00	13,60	38,50	0,00	50,68	49,32	73,30	26,40	0,30
2018	25,60	34,80	39,60	0,00	56,16	43,84	5,00	42,90	13,70	38,40	0,00	50,68	49,32	73,20	26,50	0,30
2019	25,70	34,70	39,60	0,00	56,16	43,84	5,00	42,80	13,80	38,40	0,00	50,68	49,32	73,10	26,60	0,30
2020	25,80	34,60	39,60	0,00	56,16	43,84	5,10	42,60	13,90	38,40	0,00	50,68	49,32	73,00	26,70	0,30

Allikas: [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014], autori prognoos

Märkused:

LS (*liquid system*) – vedelsõnnikusüsteem

SS (*solid storage and dry lot*) – tahesõnnikusüsteem

PR (*pasture range and paddock*) – karjatamine karjamaal

Other (DL) (*deep litter*) – muu süsteem (sügavallapanu)

NO (*not occurring*) – ei esine

2013\* – alates 2013. aastast on veise-, lamba- ja seakasvatutes sõnniku käitlemise osakaal erinevates sõnnikukäitluse süsteemides prognoositud autori poolt lähtuvalt aastate 2002-2012 trendidest.

**LISA 2.** Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis prognoosi koostamisel aluseks olevad loomade arvu näitajate prognoosid ning KHG prognoosimiseks mudelisse täiendavalt lisatud näitajad

Eesti põllumajanduse makroökonomilises mudelis olemasolevad endogeensed muutujad:

YP3 Piimatoodang lehma kohta aastas (kg/lehm)  
YP4 Piimalehmade arv (tuhandetes)  
YP5 Piima kogutoodang (tuhat tonni)  
YL3 Vasikate arv aasta lõpus (tuhandetes)  
YL6 Veiste arv aasta lõpus (tuhandetes)  
YL19 Lammaste arv aasta lõpus (tuhandetes)  
YL30 Sigade arv aasta lõpus (tuhandetes)

Eesti põllumajanduse makroökonomilisesse mudelisse lisatud endogeensed ja eksogeensed muutujad:

YL44 Kuni üheaastaste vasikate arv (tuhandetes)  
YL45 Mullikate arv (tuhandetes)  
YL46 Noorveiste arv (tuhandetes)  
YL47 Täiskasvanud veiste arv kokku (tuhandetes)  
YL48 Täiskasvanud veiste arv (tuhandetes)  
YL49 Täiskasvanud (liha)lehmade arv (tuhandetes)  
YL50 Põrsaste, eluskaal alla 20 kg, arv (tuhandetes)  
YL51 Noorsigade, eluskaal 20 - < 50 kg, arv (tuhandetes)  
YL52 Nuumsigade, eluskaaluga 50 - < 80 kg, arv (tuhandetes)  
YL53 Nuumsigade, eluskaaluga 80 - < 110 kg, arv (tuhandetes)  
YL54 Nuumsigade, eluskaaluga 110 kg või üle, arv (tuhandetes)  
YL55 Aretusigade, eluskaal 50 kg või üle, arv (tuhandetes)  
XL76 Kuni 1-a vasikaid ühe sündinud vasika kohta  
XL77 Mullikaid ühe kuni 1-a vasika kohta eelmisel aastal (YL45/YL44(-1))  
XL78 Täiskasvanud veiste osakaal täiskasvanutest veistest kokku  
XL79 Täiskasvanud (liha)lehmade osakaal täiskasvanutest veistest kokku  
XL80 Põrsaste osakaal sigadest kokku  
XL81 Noorsigade osakaal sigadest kokku  
XL82 Nuumsigade 50-80 kg osakaal sigadest kokku  
XL83 Nuumsigade 80-110 kg osakaal sigadest kokku  
XL84 Nuumsigade 110 kg osakaal sigadest kokku  
XL85 Aretussigade osakaal sigadest kokku  
rasv Piima rasvasisaldus (%)  
valk Piima proteiinisaldus (g/kg)  
EF1m Piimalehmade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EF2m Täiskasvanud veiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EF3m Noorveiste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EF4m Sigade metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EF5m Lammaste metaani emissioonifaktor enteraalsest fermentatsioonist (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EFM0 Vasikate, vanuses 0-6 kuud, metaani emissioonifaktor (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EFM6 Vasikate, vanuses 6-12 kuud, metaani emissioonifaktor (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EFM12 Mullikate metaani emissioonifaktor (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EFMp Põrsaste metaani emissioonifaktor (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EFMy Noorsigade metaani emissioonifaktor (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EFMf50 Nuumsigade (50-80 kg) metaani emissioonifaktor (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EFMf80 Nuumsigade (80-110 kg) metaani emissioonifaktor (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EFMf10 Nuumsigade (110 kg ja üle) metaani emissioonifaktor (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
EFMb Aretussigade metaani emissioonifaktor (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
MM1m Piimalehmade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
MM2m Täiskasvanud veiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
MM3m Noorveiste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
MM4m Sigade metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
MM5m Lammaste metaani emissioonifaktor sõnnikukäitlusest (kg CH<sub>4</sub>/pea/aasta)  
MM1d Piimalehmade lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
MM2d Täiskasvanute veiste (kokku) lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
MM3d Noorveistel lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
MM4d Sigade lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
MM5d Lammaste lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)

NEXv Täiskasvanud veiste Nex määr (kg N/pea/aasta)  
 NEXl Täiskasvanute lehmade Nex määr (kg N/pea/aasta)  
 NEX0 Vasikate, vanuses 0-6 kuud, Nex määr (kg N/pea/aasta)  
 NEX6 Vasikate, vanuses 6-12 kuud, Nex määr (kg N/pea/aasta)  
 NEX12 Mullikate Nex määr (kg N/pea/aasta)  
 NEXp Pörsaste lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
 NEXy Noorsigade lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
 NEXf50 Nuumsigade (50-80 kg) lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
 NEXf80 Nuumsigade (80-110 kg) lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
 NEXf110 Nuumsigade (110 kg ja üle) lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
 NEXb Aretussigade lämmastiku ekskretsiooni määr (kg N/pea/aasta)  
 NPL Piimalehmade lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas (t N/aasta)  
 NTV Täiskasvanud veiste lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas (t N/aasta)  
 NNV Noorveiste lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas (t N/aasta)  
 NS Sigade lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas (t N/aasta)  
 NL Lammaste lämmastiku ekskretsiooni kogus aastas (t N/aasta)  
 LSpl Piimalehmade vedelsõnniku käitlussüsteem (%)  
 SSpI Piimalehmade tahesõnniku käitlussüsteem (%)  
 PRpl Piimalehmade sõnnik karjamaal (%)  
 LStv Täiskasvanud veiste vedelsõnniku käitlussüsteem (%)  
 SStv Täiskasvanud veiste tahesõnniku käitlussüsteem (%)  
 PRtv Täiskasvanud veiste sõnnik karjamaal (%)  
 LSNv Noorveiste vedelsõnniku käitlussüsteem (%)  
 SSnv Noorveiste tahesõnniku käitlussüsteem (%)  
 DLnv Noorveiste sõnniku muu (sügavallapanu) käitlussüsteem (%)  
 PRnv Noorveiste sõnnik karjamaal (%)  
 LSS Sigade vedelsõnniku käitlussüsteem (%)  
 SSS Sigade tahesõnniku käitlussüsteem (%)  
 PRs Sigade sõnnik karjamaal (%)  
 LSI Lammaste vedelsõnniku käitlussüsteem (%)  
 SSI Lammaste tahesõnniku käitlussüsteem (%)  
 PRI Lammaste sõnnik karjamaal (%)  
 DLSk Lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor vedelsõnniku käitlussüsteemis (kg N<sub>2</sub>O-N/kg N)  
 DSDk Lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor tahesõnniku ja sügavallapanu käitlussüsteemis (kg N<sub>2</sub>O-N/kg N)  
 DPRk Lämmastiku N<sub>2</sub>O-N-ks muundamise faktor karjatamisel karjamaal (kg N<sub>2</sub>O-N/kg N)  
 MEf1 Metaani emissioon piimalehmade enteraalsest fermentatsioonist (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEf2 Metaani emissioon täiskasvanute veiste enteraalsest fermentatsioonist (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEf3 Metaani emissioon noorveiste enteraalsest fermentatsioonist (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEf4 Metaani emissioon sigade enteraalsest fermentatsioonist (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEf5 Metaani emissioon lammaste enteraalsest fermentatsioonist (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEf6 Metaan enteraalsest fermentatsioonist loomakasvatuses kokku (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEs1 Metaani emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEs2 Metaani emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEs3 Metaani emissioon noorveiste sõnnikukäitlusest (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEs4 Metaani emissioon sigade sõnnikukäitlusest (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEs5 Metaani emissioon lammaste sõnnikukäitlusest (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 MEs6 Metaan sõnnikukäitlusest loomakasvatuses kokku (Gg CH<sub>4</sub>/aasta)  
 DEs1 Dilämmastikoksiidi emissioon piimalehmade sõnnikukäitlusest (Gg N<sub>2</sub>O/aasta)  
 DEs2 Dilämmastikoksiidi emissioon täiskasvanud veiste sõnnikukäitlusest (Gg N<sub>2</sub>O/aasta)  
 DEs3 Dilämmastikoksiidi emissioon noorveiste sõnnikukäitlusest (Gg N<sub>2</sub>O/aasta)  
 DEs4 Dilämmastikoksiidi emissioon sigade sõnnikukäitlusest (Gg N<sub>2</sub>O/aasta)  
 DEs5 Dilämmastikoksiidi emissioon lammaste sõnnikukäitlusest (Gg N<sub>2</sub>O/aasta)  
 DEs6 Dilämmastikoksiid sõnnikukäitlusest loomakasvatuses kokku (Gg N<sub>2</sub>O/aasta)  
 CO<sub>2</sub>e1 Piimalehmade kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis (Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta)  
 CO<sub>2</sub>e2 Täiskasvanud veiste kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis (Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta)  
 CO<sub>2</sub>e3 Noorveiste kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis (Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta)  
 CO<sub>2</sub>e4 Sigade kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis (Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta)  
 CO<sub>2</sub>e5 Lammaste kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis (Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta)  
 CO<sub>2</sub>e6 Kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendis loomakasvatuses kokku (Gg CO<sub>2</sub>-ekv/aasta)

**LISA 3.** Piimalehmade metaani emissiooni suurus enteraalset fermentatsioonist ühe kilogrammi piima kohta perioodil 1993-2020, kg/kg

	MEf1/YP5 stat	MEf1/YP5 mil	MEf1/YP5 tag
1993	0,0255	0,0261	0,0279
1994	0,0245	0,0256	0,0262
1995	0,0237	0,0254	0,0252
1996	0,0241	0,0249	0,0246
1997	0,0230	0,0239	0,0233
1998	0,0222	0,0233	0,0228
1999	0,0220	0,0230	0,0228
2000	0,0217	0,0227	0,0227
2001	0,0206	0,0219	0,0213
2002	0,0206	0,0215	0,0219
2003	0,0210	0,0210	0,0210
2004	0,0203	0,0205	0,0202
2005	0,0196	0,0199	0,0196
2006	0,0189	0,0194	0,0192
2007	0,0180	0,0189	0,0185
2008	0,0180	0,0184	0,0186
2009	0,0181	0,0183	0,0185
2010	0,0182	0,0181	0,0176
2011	0,0178	0,0176	0,0177
2012	0,0176	0,0172	0,0175
2013		0,0168	0,0171
2014		0,0167	0,0167
2015		0,0164	0,0166
2016		0,0161	0,0165
2017		0,0158	0,0163
2018		0,0156	0,0161
2019		0,0153	0,0160
2020		0,0150	0,0158

Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014], autori arvutatud

**LISA 4.** Piimalehmade metaani emissiooni suurus sõnnikukäitlusest ühe kilogrammi piima kohta perioodil 1993-2020, kg/kg

	MEs1/YP5 stat	MEs1/YP5 mil	MEs1/YP5 tag
1993	0,0006	0,0006	0,0007
1994	0,0006	0,0006	0,0006
1995	0,0006	0,0006	0,0006
1996	0,0006	0,0006	0,0006
1997	0,0006	0,0006	0,0005
1998	0,0005	0,0005	0,0005
1999	0,0005	0,0005	0,0005
2000	0,0004	0,0005	0,0005
2001	0,0005	0,0005	0,0005
2002	0,0005	0,0005	0,0005
2003	0,0010	0,0010	0,0010
2004	0,0010	0,0010	0,0010
2005	0,0010	0,0011	0,0011
2006	0,0011	0,0012	0,0012
2007	0,0012	0,0012	0,0012
2008	0,0013	0,0013	0,0013
2009	0,0013	0,0014	0,0014
2010	0,0015	0,0015	0,0014
2011	0,0014	0,0014	0,0014
2012	0,0014	0,0013	0,0014
2013		0,0013	0,0013
2014		0,0013	0,0013
2015		0,0012	0,0013
2016		0,0012	0,0012
2017		0,0012	0,0012
2018		0,0011	0,0012
2019		0,0011	0,0012
2020		0,0011	0,0012

Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014], autori arvatatud



**LISA 5.** Piimalehmade dilämmastikoksiidi emissiooni suurus sõnnikukäitlusest ühe kilogrammi piima kohta perioodil 1993-2020, kg/kg

	DEs1/YP5 stat	DEs1/YP5 mil	DEs1/YP5 tag
1993	0,0008	0,0008	0,0008
1994	0,0008	0,0007	0,0008
1995	0,0007	0,0007	0,0007
1996	0,0007	0,0007	0,0007
1997	0,0007	0,0007	0,0007
1998	0,0007	0,0007	0,0006
1999	0,0007	0,0006	0,0006
2000	0,0006	0,0006	0,0006
2001	0,0006	0,0006	0,0006
2002	0,0006	0,0006	0,0006
2003	0,0005	0,0005	0,0005
2004	0,0005	0,0005	0,0005
2005	0,0005	0,0005	0,0005
2006	0,0004	0,0005	0,0005
2007	0,0004	0,0004	0,0004
2008	0,0004	0,0004	0,0004
2009	0,0004	0,0004	0,0004
2010	0,0004	0,0004	0,0004
2011	0,0004	0,0004	0,0004
2012	0,0004	0,0004	0,0004
2013		0,0004	0,0004
2014		0,0004	0,0004
2015		0,0004	0,0004
2016		0,0003	0,0004
2017		0,0003	0,0003
2018		0,0003	0,0003
2019		0,0003	0,0003
2020		0,0003	0,0003

Allikas: Eesti põllumajanduse makroökonomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014], autori arvutatud

**LISA 6.** Piimalehmade kasvuhoonegaaside emissioon CO<sub>2</sub> ekvivalendina ühe kilogrammi piima kohta perioodil 1993-2020, kg/kg

	CO <sub>2</sub> e1/YP5 stat	CO <sub>2</sub> e1/YP5 mil	CO <sub>2</sub> e1/YP5 tag
1993	0,7974	0,7947	0,8556
1994	0,7644	0,7795	0,7995
1995	0,7379	0,7717	0,7668
1996	0,7433	0,7578	0,7472
1997	0,7027	0,7238	0,7053
1998	0,6822	0,7066	0,6896
1999	0,6743	0,6959	0,6881
2000	0,6575	0,6856	0,6864
2001	0,6238	0,6600	0,6428
2002	0,6260	0,6488	0,6590
2003	0,6314	0,6286	0,6283
2004	0,6043	0,6107	0,6033
2005	0,5773	0,5897	0,5821
2006	0,5541	0,5730	0,5674
2007	0,5278	0,5582	0,5467
2008	0,5392	0,5399	0,5480
2009	0,5378	0,5372	0,5424
2010	0,5358	0,5282	0,5156
2011	0,5248	0,5153	0,5161
2012	0,5155	0,5032	0,5123
2013		0,4915	0,5011
2014		0,4888	0,4878
2015		0,4785	0,4862
2016		0,4705	0,4810
2017		0,4629	0,4760
2018		0,4553	0,4709
2019		0,4478	0,4666
2020		0,4406	0,4623

Allikas: Eesti põllumajanduse makroökoonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014], autori arvutatud

**LISA 7.** Erinevate põllumajandusloomade liikide KHG emissiooni (CO<sub>2</sub>-ekv) osakaal loomakasvatuses tekkinud KHG emissioonist (CO<sub>2</sub>-ekv) kokku perioodil 1993-2020

	Osakaal loomakasvatuse CO <sub>2</sub> -ekv emissioonist				
	Piimalehmad	Täiskasvanud veised	Noorveised	Sead	Lambad
1993	0,64	0,05	0,25	0,04	0,03
1994	0,65	0,04	0,24	0,04	0,02
1995	0,65	0,04	0,24	0,05	0,02
1996	0,67	0,04	0,24	0,03	0,02
1997	0,68	0,04	0,22	0,04	0,02
1998	0,69	0,04	0,22	0,04	0,02
1999	0,67	0,04	0,22	0,05	0,02
2000	0,68	0,04	0,21	0,05	0,02
2001	0,67	0,04	0,22	0,05	0,02
2002	0,64	0,04	0,25	0,05	0,02
2003	0,64	0,04	0,25	0,05	0,02
2004	0,65	0,04	0,23	0,05	0,02
2005	0,63	0,05	0,23	0,05	0,03
2006	0,63	0,06	0,23	0,05	0,03
2007	0,60	0,06	0,23	0,06	0,04
2008	0,61	0,07	0,22	0,06	0,04
2009	0,60	0,08	0,22	0,06	0,04
2010	0,59	0,08	0,22	0,06	0,04
2011	0,59	0,09	0,22	0,06	0,04
2012	0,59	0,10	0,22	0,06	0,04
2013*	0,60 / 0,59	0,10 / 0,10	0,21 / 0,21	0,06 / 0,06	0,04 / 0,04
2014	0,58 / 0,58	0,11 / 0,11	0,22 / 0,22	0,05 / 0,05	0,04 / 0,04
2015	0,60 / 0,58	0,11 / 0,11	0,20 / 0,20	0,05 / 0,06	0,04 / 0,05
2016	0,59 / 0,58	0,11 / 0,12	0,20 / 0,20	0,06 / 0,06	0,04 / 0,05
2017	0,59 / 0,57	0,11 / 0,12	0,20 / 0,20	0,06 / 0,06	0,04 / 0,05
2018	0,59 / 0,57	0,12 / 0,13	0,19 / 0,20	0,06 / 0,07	0,04 / 0,05
2019	0,58 / 0,56	0,12 / 0,13	0,19 / 0,19	0,06 / 0,07	0,04 / 0,05
2020	0,58 / 0,55	0,12 / 0,13	0,19 / 0,19	0,06 / 0,07	0,04 / 0,05

Allikas: Eesti põllumajanduse makroökoonoomiline mudel, [Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. National ... 2014; Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2012. Common ... 2014], autori arvatatud

Märkus:

2013\* - alates 2013. aastast on osakaalud näidatud lähtuvalt „miljoni tonni“ ja tagasihoidlikuma stsenaariumide prognoosidest, vastavalt mil / tag.