



# Põllumajandusettevõtte toiteelementide bilanss

## Juhendmaterjal põllumajandustootjale (C10.2)

## Koostanud:

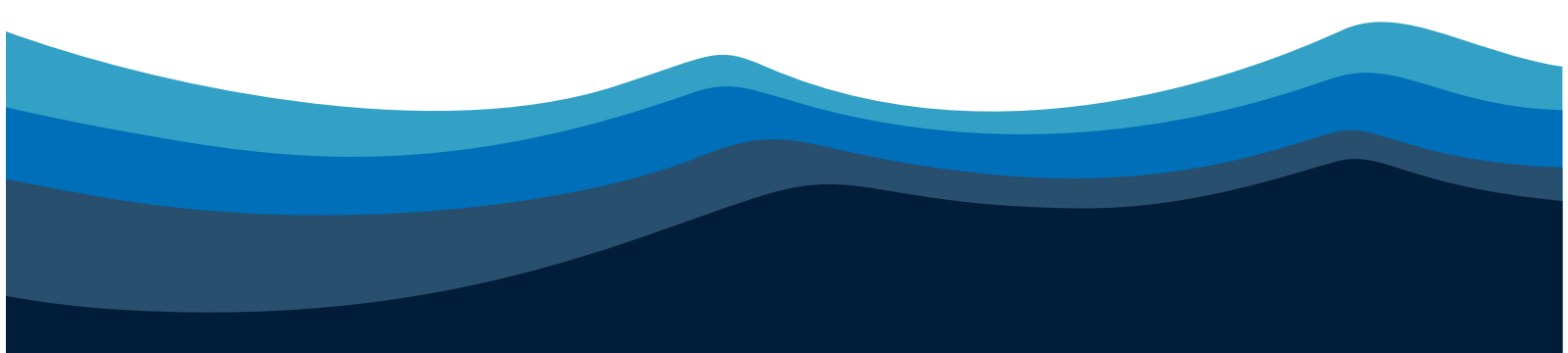
*Arvo Iital<sup>1</sup>, Marje Särekanno<sup>2</sup>, Alar Astover<sup>3</sup>, Karin Kauer<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Tallinna Tehnikaülikool, Vee- ja keskkonnatehnika uurimisrühm*

*<sup>2</sup>Eesti Põllumajandusuuringute Keskus, Põllumajandusseire ja uuringute osakond*

*<sup>3</sup>Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut, mullateaduse õppetool*

Aruanne on valminud LIFE IP CleanEST projekti raames, mida rahastavad Euroopa Komisjoni LIFE programm ja Eesti riik. LIFE programmi rahastusleping nr LIFE17 IPE/EE/000007. Aruanne kajastab autori seisukohti ja Euroopa Komisjon ei vastuta sisu kasutamise eest.



# Sisukord

Kokkuvõte.....	3
Summary.....	4
1. Sissejuhatus.....	6
2. NPK voogude hindamine.....	8
2.1 Mineraalväetised .....	10
2.2 Orgaanilised väetised.....	11
2.3 Põllumajandusloomad.....	12
2.4 Põllumajandustooted.....	12
2.5 Loomasööt ja põhk.....	15
2.6 Muud sisend- ja väljundvood.....	16
3. Tulemuste interpreteerimine.....	17
Viidatud allikad.....	20
Lisa 1.....	21

## Kokkuvõte

LIFE IP CleanEst projekti tegevuse 10.2 eesmärk oli koostada juhendmaterjalid taimetoitainete voogude hindamiseks põllu ja põllumajandusettevõtte tasandil. Üheks võimaluseks, kuidas hinnata toiteelementide kasutamise tõhusust, on arvepidamine nende sisendite-väljundite kohta põllumajandusettevõttes ehk bilansi koostamine. Põllumajandustootja (taluvärava) toiteelementide bilansi kaudu on võimalik hinnata toiteelementide üle- või puudujääki, ja seeläbi võimalikku keskkonnariski ning väljundi/sisendi suhet, mis kirjeldab toiteelemendi kasutamise tõhusust. Toiteelementide bilansi abil saab parema ülevaate põllumajandusettevõtte üldisest majandamisest, sh toiteelementide kasutamisest.

Tootmisettevõtte toiteelementide bilansi arvutamiseks lahutatakse aasta jooksul ostetud või sisse toodud sisendite toiteelementide summast ettevõttest müüdud või välja viidud toiteelementide väljundite summa. Arvestuse aluseks on toiteelementide füüsilised kogused (kilogrammide), mis arvutatakse nn. ümberarvutamise koefitsientide abil toiteelementideks. Tulemused esitatakse tavaliselt kilogrammides kasutatava põllumajandusmaa hektari kohta kalendriaastas (1. jaanuar – 31. detsember) või väljuvate ja sisenevate toiteelementide suhte korral protsendina. Arvestatakse ainult kalendriaasta sees ostetud väetisi, sõnnikut ning müüdud toodangut.

Taluvärava bilansi alusel saab võrrelda erinevaid tootmisstrateegiaid (taime- ja loomakasvatus, tava- ja intensiivpõllundus) ning kaudselt ka võimalikke muutusi põllumaa mullaviljakuses ja toitainevajaduses. Seega annab arvepidamine olulist infot toitainete sisendite ja väljundite kohta eelkõige põllumehele endale ning on aluseks nii konkreetsetele majanduslikele kui ka keskkonnaalastele otsustele.

Bilansi koostamise juhendmaterjal on abiks toitainete sisend- ja väljundvoogude hindamisel ning tulemuste interpreteerimisel. Juhend sisaldab tabeleid ostetud väetiste, loomasööda ja loomadega ettevõttesse siseneva ning müüdud põllumajandussaaduste, elusloomade, põhu jms. väljuva NPK koguse arvutamiseks.

## Summary

The LIFE IP CleanEst Project activity 10.2 aimed to compile guidance materials for the assessment of plant nutrient flows at field and farm level. Balancing input and output flows is an appropriate measure to reduce the environmental impact of the agricultural sector.

A large part of the nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium) used in agricultural production leave the farm, especially with crop and livestock products. Some of the nutrients that have not reached the final product accumulate in the soil, leach into groundwater, are lost to surface water or are released into the atmosphere. The nutrients that reach the water bodies and the atmosphere are a direct economic loss to the producer in the form of reduced yields and higher production costs, which also puts a strain on the environment. This cannot be completely avoided. However, the impact of excess nutrients to the environment should be minimized.

One way to assess the efficiency of the use of nutrients is to keep records of their inputs and outputs on the farm, ie to draw up a balance sheet. The nutrient balance provides a better overview of the overall management of the farm, including the use of nutrients. Balancing inputs and outputs is particularly recommended in conditions where purchased resources are expensive and / or non-renewable, such as mineral fertilizers. Through the farm gate nutrient balance it is possible to assess a surplus or shortage of nutrients, describing their potential environmental risk as well as the output / input ratio, which describes the efficiency of nutrients use.

Based on the farm gate balance, different production strategies can be compared (crop and livestock production, conventional and intensive farming). Indirectly, possible changes in the soil fertility and nutrient requirements of agricultural land can be assessed on the basis of the balance sheet. Thus, accounting provides important information on nutrient inputs and outputs, in particular for the farmer himself, and is the basis for both specific economic and environmental decisions.

The guidance material provides assistance in estimating nutrient input and output flows of a farm and for interpreting the results. It includes tables for calculating inputs of nutrients by fertilizers, animal feed and bought livestock as well as outputs by sold agricultural products, livestock and other input and output flows.

## Резюме

Цель деятельности 10.2 проекта LIFE IP CleanEst заключалась в разработке руководства для оценки потоков питательных веществ в земледелии. Одним из способов оценки эффективности использования питательных веществ является ведение их учета, то есть составление баланса. Через баланс питательных веществ можно оценить избыток или дефицит питательных веществ и, следовательно, возможный риск для окружающей среды, а также от складывающегося баланса основных питательных веществ в земледелии зависит плодородие почвы. Используя баланс питательных веществ можно получить более полное представление об общем управлении сельскохозяйственным угодьем, в том числе более эффективном использовании питательных веществ.

Для расчета баланса питательных веществ в сельскохозяйственном угодье, сумма проданных или вывезенных питательных веществ вычитается из количества купленных или привезенных в течение года питательных веществ. Расчет основан на физических величинах (килограммах), которые рассчитываются с использованием коэффициентов преобразования на перерасчет в питательные вещества. Результаты обычно представляются в килограммах на гектар используемых сельскохозяйственных угодий за календарный год (1 января - 31 декабря) или в случае соотношения исходящих и поступающих питательных веществ в процентах. Учитываются только удобрения, навоз и реализованная продукция, приобретенные в течение календарного года.

На основе баланса на уровне одного сельскохозяйственного угодья можно сравнивать различные стратегии производства (растениеводство и животноводство, традиционное и интенсивное земледелие), а также косвенно возможные изменения в плодородии почвы и потребности сельскохозяйственных угодий в питательных веществах. Таким образом, ведение учета дает важную информацию о балансе питательных веществ, в первую очередь самому фермеру, и является основой как для конкретных экономических, так и для экологических решений.

Учебное руководство по составлению баланса использования питательных веществ в земледелии может быть использовано для оценки потоков питательных веществ и интерпретации результатов. Руководство содержит таблицы для расчета поступления питательных веществ от купленных удобрений, кормов для животных, сельскохозяйственной продукции, а также купленного скота, соломы и т. д., и расчета исходящих потоков от проданной сельскохозяйственной продукции, скота и т.д.

## 1. Sissejuhatus

Põllumajandustootmises kasutatud toitaineid läheb suur osa ettevõttest välja, eelkõige taime- ja loomakasvatussaadustega. Osa lõpptoodangusse mitte jõudnud toiteelementidest akumulatsioon mullas, leostub põhjavette, kandub pinnavette või lendub atmosfääri. Veekogudesse ja atmosfääri jõudvad toiteelemendid on tootjale otsene majanduslik kahju vähenenud saagikuse ja kõrgemate tootmiskulude näol ning samas koormab ka keskkonda. Seda täielikult vältida ei ole võimalik. Küll aga tuleks keskkonda lisanduvate toiteelementide mõju minimeerida.

Üheks võimaluseks, kuidas hinnata toiteelementide kasutamise tõhusust, on arvepidamine nende sisendite-väljundite kohta põllumajandusettevõttes ehk bilansi koostamine. Keskkonnakaitse eesmärkidel hinnatakse enamasti lämmastiku (N) ja fosfori (P) bilansse, ent tootmise tõhususe seisukohalt on oluline arvestust pidada ka kaaliumi (K) jt toiteelementide kohta. Toiteelementide bilansi abil saab parema ülevaate põllumajandusettevõtte üldisest majandamisest, sh toiteelementide kasutamisest. Sisendite ja väljundite tasakaalustamine on eriti soovitatav tingimustes, kus sisseostetud ressursid on kallid ja/või mittetaastuvad, näiteks mineraalväetised.

Põllumajandustootja (taluvärava) toiteelementide bilansi kaudu on võimalik hinnata:

- toiteelementide üle- või puudujääki, mis kirjeldab nende piisavust ja võimalikku keskkonnariski;
- väljundi/sisendi suhet, mis kirjeldab toiteelemendi kasutamise tõhusust.

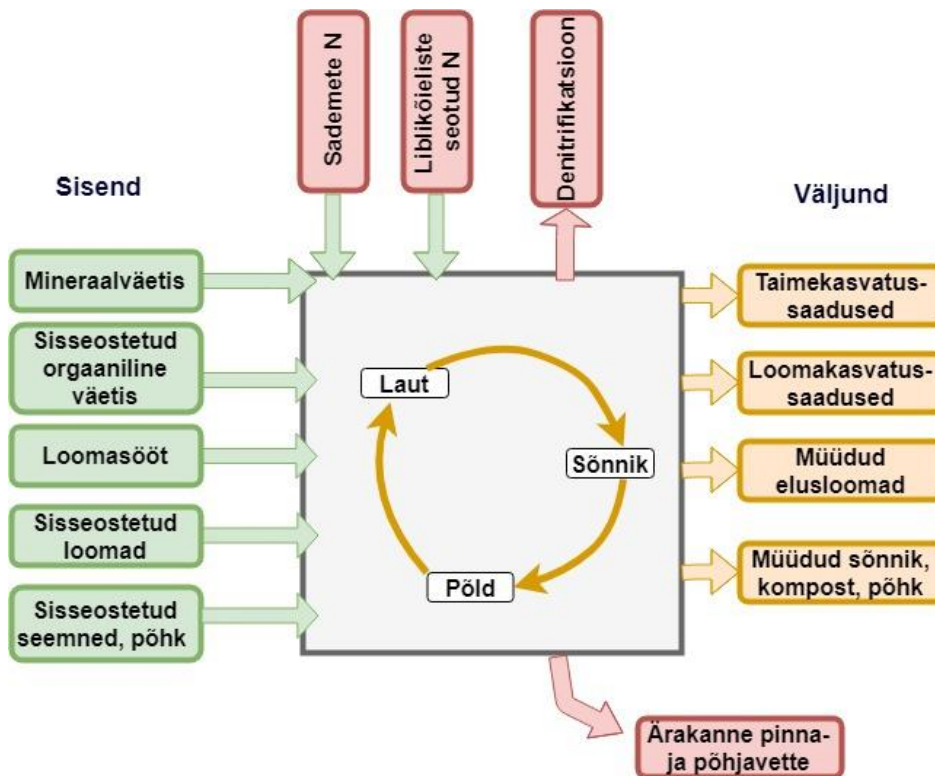
Taluvärava bilansi alusel saab võrrelda erinevaid tootmisstrateegiaid (taime- ja loomakasvatus, tava- ja mahevilljelas jne). Kaudselt saab bilansi alusel hinnata ka võimalikke muutusi põllumajandusmaa mullaviljakuses ja selle toiteelementide vajaduses. Seega pakub arvepidamine toitainete sisendite ja väljundite kohta olulist teavet eelkõige põllumajandustootjale endale ning on aluseks nii spetsiifiliste majanduslike kui ka keskkonnakaitse otsuste tegemisel. See on ka täienduseks põllu toiteelementide bilansile (vt. Astover ja Kauer, 2021), mille abil saab hinnata agrotehniliste võtete tõhusust põllul ja võimalikku keskkonda kaotsi minevate toitainete kogust.

Põllumajandusettevõtte toiteelementide bilansi sisendi pool koosneb sisse ostetud/toodud (Joonis 1):

- mineraalväetisest;
- orgaanilistest väetistest;
- loomasöödast, seemnetest ja põhust;
- loomadest;
- liblikõeliste poolt seotud N

Ettevõttest väljuvad toiteelemendid müüdüd/välja viidud:

- taime- ja loomakasvatussaadustega;
- sõnniku ja kompostiga;
- elusloomadega;
- põhuga;
- jms.



Joonis 1. Põllumajandusettevõtte (taluvärava) toiteelementide bilansi skeem. Rohelisel taustal ettevõttesse sisenevad toiteelemendid. Kollasel taustal on ettevõttest väljuvad toiteelemendid. Punasel taustal täiendavad toiteelementide sisend- ja väljundvood, mille hindamine on põllumajandustootjale keeruline.



Lämmastiku sisendi pool bilansis võib sisaldada ka atmosfäärist sadenevat toiteelemendi koormust põllumajandusmaale ning liblikõieliste poolt seotud N. Väljundina saab arvestada ka denitrifikatsiooni<sup>1</sup> teel atmosfääri lendunud N ning toiteelementide leostumist ja ärakannet pinna- ja põhjavette. Nende voogude täpne hindamine on põllumajandustootjale keeruline, sest üldjuhul ei ole ettevõtte tasandil usaldusväärseid andmeid võimalik saada.

Põllumajandusettevõttes toodetud sõnnik, loomasööt, loomakasvatussaadused, kompost ja seemned, mida kasutatakse ettevõtte siseselt, ei käsitleta sisendi ega väljundina ning ei kajastu põllumajandusettevõtte taluvärava toiteelementide bilansis. Seega ettevõtte sisest toiteelementide ringlust taluvärava bilansis ei arvestata.

Taluvärava toiteelementide bilansi arvutamiseks lahutatakse ettevõttesse aasta jooksul ostetud või sisse toodud sisendite toiteelementide summast ettevõttest müüdud või välja viidud toiteelementide väljundite summa. Arvestuse aluseks on toiteelementide füüsilised kogused (kilogrammide), mis arvutatakse nn. ümberarvutamise koefitsientide abil toiteelementideks. Tulemused esitatakse tavaliselt kilogrammides kasutatava põllumajandusmaa hektari kohta kalendriaastas (1. jaanuar – 31. detsember) või väljuvate ja sisenevate toiteelementide suhte korral protsendina. Arvestatakse ainult kalendriaasta sees ostetud väetisi, sõnnikut ning müüdud toodangut.

## 2. NPK voogude hindamine

Sisend- ja väljundvood arvutatakse üldjuhul toiteelemendi (N, P, K) alusel, mis eeldab ümberarvutusi ja teavet toiteelemendi sisalduse kohta väetistes, sõnnikus, kompostis, loomasöödas, seemnetes, loomades ning looma- ja taimekasvatussaadustes, sõltuvalt sisendite ja väljundite tüübist ettevõttes. Võimalik on kasutada toiteelementide sisalduse arvestuslikke väärtusi, mida saab muuta ettevõtte tegelike näitajate alusel (nt. saagi proteiinisaldus, piimatoodangu valgusisaldus). Kuna proteiin sisaldab keskmiselt 16% N,

---

<sup>1</sup> **Denitrifikatsioon** on protsess, kus hapnikuvaestes tingimustes konverteeritakse mullas ja veekogudes leiduv nitraatlämmastik denitrifitseerivate bakterite kaasabil molekulaarseks lämmastikuks (N<sub>2</sub>), mis lendub atmosfääri

saab selle alusel välja arvutada N-sisalduse looma- ja taimekasvatussaadustes, jagades proteiini sisalduse 6,25-ga (6,38 -ga piima N-sisalduse hindamiseks).

Eesti Maaülikooli teadlaste poolt välja töötatud NPK põllupõhise bilansi kalkulaator sisaldab ka kasutaja tabeleid orgaaniliste väetiste, taimeosade ja heintaimede NPK sisalduse kohta (EMÜ, 2021a; <https://pk.emu.ee/struktuur/mullateadus/teadustoo/mullakalkulaatorid/>), kus eelmääratud NPK sisaldusi on võimalik kasutajal ise muuta. Kui tootjal on teada on oma toodangu proteiinisaldus, siis on otstarbekas kindlasti seda vaikeväärtuste asemel kasutada. See tagab oluliselt täpsema tegelikkusele vastava N bilansi hinnangu.

Põllumajandusuuringute Keskus kasutab taluvärava bilansi arvutustes (Toiteelementide bilansi uuring, 2022; (<https://pmk.agri.ee/et/pollumajanduskeskkonna-uuringud/ uurimisvaldkonnad/ vesi>) sisendina andmeid mineraal- ja orgaaniliste väetiste, põllumajandusloomade, looma- ja taimekasvatussaaduste ning loomasööda ja põhu NPK sisalduse kohta, mis tuginevad valdavalt Eesti Maaülikooli teadlaste varasematele uurimistulemustele.

Väetamist ja mineraal- ning orgaaniliste väetiste kasutamist reguleerivad Veeseadus (<https://www.riigiteataja.ee/akt/121092021006?leiaKehtiv>) ja mitmed sellest tulenevad keskkonna- ja maaeluministri määrused, mille nõuded on ajas muutuvad ja millega on põllumajandustootjal vajalik kursis olla.

## Väetamist ja väetiste kasutamist reguleerivad määrused

- Keskkonnaministri määrus nr. 52 "Põlluraamatusse kantavate andmete loetelu ja põlluraamatu pidamise kord".
- Keskkonnaministri määrus nr. 45 "Väetise kasutamise ja hoidmise nõuded põhja- ja pinnavee kaitseks ning põllumajandustootmisest pärineva saastatuse vältimiseks ja piiramiseks".
- Keskkonnaministri määrus nr. 18 "Maapinna kalde määramise alused põllumassiivi piires ning kaldega ala väetamise erandid".
- Maaeluministri määrus nr. 73 "Eri tüüpi sõnniku toitainesisalduse arvutuslikud väärtused, põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid ja sõnnikuhoidla mahu arvutamise meetodika".
- Maaeluministri määrus nr. 74 "Fosforitarbe klassid".
- Keskkonnaministri määrus nr 50 "Väetamisplaanis esitatavate andmete loetelu ja väetamisplaani pidamise kord".
- Keskkonnaministri määrus nr 49 "Nitraaditundliku ala määramine ja põllumajandusliku tegevuse piirangud nitraaditundlikul alal<sup>1</sup>".
- Keskkonnaministri määrus nr 47 "Sügavallapanusõnniku auna rajamise teatise andmekoosseis ja esitamise kord".

### 2.1. Mineraalväetised

Eestis tohib müüa vaid Põllumajandusameti väetiseregistris registreeritud väetisi. Mineraalväetiste toiteelementide sisaldus avaldatakse tootja poolt protsentides. Nii näiteks tähendab P-9, et antud väetis sisaldab 9% fosforit. Kompleksväetised on markeeritud kolme peamise toiteelemendi sisaldust näitava numbrikombinatsiooniga, näiteks 17:7:14. See tähendab, et antud väetis sisaldab 17% N, 7% P ja 14% K. Markeeringul esitatakse taimetoiteelemendid alati kindlas järjekorras NPK. Mõnel juhul, kui väetise pakendil on P- ja K-sisaldus esitatud oksiididena ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ), tuleb P ja K sisalduse leidmiseks kasutada järgmisi ümberarvestuse koefitsiente:  $P = P_2O_5 \times 0,44$ ;  $K = K_2O \times 0,83$ .

## 2.2. Orgaanilised väetised

Sõnniku taimetoiteelementide sisaldus oleneb loomaliigist, nende söötmisest ja allapanust ning sõnniku säilitamise tingimustest. Taluvärava bilansis arvestatakse ainult ettevõttesse sisenevate (ostetud) ja väljuvate (müüdnud) orgaaniliste väetistega. NPK voogusid, mis on seotud enda toodetud ja ettevõttes kasutatud sõnnikuga ei arvestata. Kõige objektiivsema pildi sõnniku NPK sisaldusest saab sõnnikuproovide laborianalüüsi tulemustest. Juhul, kui sõnnikuanalüüsi andmeid ei ole, on võimalik kasutada sõnniku NPK sisalduse nn. arvestuslikke väärtuseid.

Sõnniku toitainesisalduse arvestuslikud väärtused on toodud maaeluministri 30.09.2019 määruse nr. 73 “Eri tüüpi sõnniku toitainesisalduse arvutuslikud väärtused, põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid ja sõnnikuhoidla mahu arvutamise meetodika” lisades 3 ja 4 (<https://www.riigiteataja.ee/akt/101102019011>). Eri tüüpi sõnniku toiteelementide sisalduse andmed leiab ka Eesti Maaülikooli teadlaste välja töötatud põllu tasandi NPK kalkulaatoris (Tabel 1).

Tabel 1. Eri tüüpi sõnniku toiteelementide sisaldus pärast säilitamist (EMÜ, 2021a)

Loomaliik/rühm	Sõnniku tüüp	Kuivaine %	N	P kg/t	K
piimalehm	vedelsõnnik	5,9	4,74	1,22	4,09
piimalehm	pooldvedel sõnnik	14,1	4,89	1,26	4,22
piimalehm	tahesõnnik	20,3	4,36	1,37	4,09
piimalehm	sügavallapanusõnnik	27,3	5,43	1,47	5,74
ammlehm	pooldvedel sõnnik	14,6	7,34	0,85	8,87
ammlehm	tahesõnnik	24,6	6,27	0,82	7,41
ammlehm	sügavallapanusõnnik	38,3	7,01	0,93	9,47
lihavis	pooldvedel sõnnik	14,6	7,34	0,85	8,87
lihavis	tahesõnnik	24,6	6,27	0,82	7,41
lihavis	sügavallapanusõnnik	38,3	7,01	0,93	9,47
noorveis	vedelsõnnik	7,6	4,44	1,00	4,39
noorveis	pooldvedel sõnnik	13,6	4,44	1,00	4,39
noorveis	tahesõnnik	22,2	3,91	0,97	3,84
noorveis	sügavallapanusõnnik	33,3	4,83	1,07	5,86
sig	vedelsõnnik	7,3	5,50	1,27	2,75
sig	pooldvedel sõnnik	11,2	5,17	1,31	2,52
sig	tahesõnnik	20,5	4,92	1,25	2,40
sig	sügavallapanusõnnik	26,6	5,94	1,30	4,38
kodulind	pooldvedel sõnnik	12,0	13,00	3,66	5,98
kodulind	sügavallapanusõnnik	29,7	11,27	3,32	5,97
lammas	sügavallapanusõnnik	41,6	6,71	1,20	12,26

kits	sügavallapanusõnnik	42,0	6,84	1,24	9,31
hobune	sügavallapanusõnnik	35,2	6,56	1,59	8,69

Põllumajandusameti väetiseregistrist (<https://portaal.agri.ee/avalik/#/vaetised>) leiab andmeid ka eriotstarbeliste väetiste ning orgaanilis-mineraalse kompleksväetiste toiteelementide sisalduse kohta.

### 2.3. Põllumajandusloomad

Taluvärava bilansi arvutamisel võetakse arvesse ainult ettevõttesse sisseostetud ja välja müüdüd põllumajandusloomad, sh. edasiseks töötlemiseks. Selleks saab kasutada keskmisi NPK sisalduse andmeid, mis on esitatud tabelis 2.

Tabel 2. Elusloomade keskmised NPK sisaldused (EMÜ, 2021b).

Põllumajandusloomad	N	P	K
	% eluskaalust		
Lüpsilehm, noorveis, vasikas	2,50	0,74	0,17
Emis pörsastega, nuumik (20-120 kg)	2,60	0,46	0,22
Hobune	2,50	0,74	0,17
Kits, kits talledega	2,50	0,74	0,17
Lammas, utt talledega	2,50	0,74	0,17
Munakana	2,70	0,60	0,29
Broiler (kuni 2 kg)	2,70	0,60	0,29
Muud linnud	2,70	0,60	0,29

### 2.4. Põllumajandustooted

Taime- ja loomakasvatussaaduste NPK sisaldused on esitatud EMÜ põllubilansi kasutaja tabelites (EMÜ, 2021a; <https://pk.emu.ee/struktuur/mullateadus/teadustoo/mullakalkulaatorid/>), mis on aluseks tabelitesse 3 ja 4 koondatud andmetele.

Tabel 3. NPK sisaldused taimekasvatussaadustes (% standardse kuivaine sisaldusega massi kohta) (EMÜ, 2021a).

Kultuur	Taimeosa	Kuivaine	N	P	K	Proteiin
%						
Suvioder	terad	86	1,81	0,35	0,5	13,2
Talioder	terad	86	1,81	0,35	0,5	13,2
Suvinisu	terad	86	2,02	0,36	0,47	14,7
Talinisu	terad	86	2,02	0,36	0,47	14,7
Rukis	terad	86	1,74	0,34	0,47	12,6
Kaer	terad	86	1,92	0,35	0,47	14
Suvitritikale	terad	86	1,87	0,32	0,48	13,6
Talitritikale	terad	86	1,87	0,32	0,48	13,6
Tatar	terad	86	1,68	0,26	0,4	12,2
Suviraps	terad	91	3,51	0,72	0,78	24,1
Taliraps	terad	91	3,51	0,72	0,78	24,1
Suvirüps	terad	91	3,51	0,72	0,78	24,1
Talirüps	terad	91	3,51	0,72	0,78	24,1
Õlikanep	terad	91	3,9	0,87	0,63	26,8
Kiukanep	terad	91	3,9	0,87	0,63	26,8
Kiukanep	haljasmass	40	0,38	0,17	0,88	5,9
Lina	terad	88	3,34	0,51	0,83	23,7
Kartul	mugulad	22	0,35	0,06	0,49	9,9
Mais	terad	86	1,36	0,32	0,4	9,9
Mais	haljasmass	30	0,39	0,07	0,38	8,1
Sorgo	terad	86	1,36	0,32	0,4	9,9
Sorgo	haljasmass	25	0,39	0,05	0,43	9,8
Hernes	terad	86	3,55	0,43	1,07	25,8
Hernes	haljasmass	15	0,39	0,05	0,29	16,3
Põlduba	terad	86	3,99	0,52	1,12	29
Põlduba	haljasmass	16	0,38	0,05	0,26	14,8
Sojauba	terad	86	5,54	0,59	1,65	40,3
Suvivikk	terad	86	3,98	0,46	0,95	28,9
Suvivikk	haljasmass	16	0,49	0,05	0,33	19,1
Talivikk	terad	86	3,98	0,46	0,95	28,9
Talivikk	haljasmass	16	0,49	0,05	0,33	19,1
Baklažaan	haljasmass	7	0,19	0,03	0,21	17,0
Brokkoli	haljasmass	10,3	0,55	0,08	0,36	33,4
Hiina kapsas	haljasmass	7	0,22	0,03	0,22	19,6
Jääsalat	haljasmass	8	0,14	0,03	0,25	10,9
Juurseller	haljasmass	13	0,2	0,05	0,33	9,6
Kaalikas	haljasmass	10	0,18	0,05	0,3	11,3

Kabatšokk	haljasmass	12	0,2	0,04	0,33	10,4
Kõrvits	haljasmass	9	0,21	0,03	0,25	14,6
Kurk	haljasmass	4,5	0,1	0,02	0,16	13,9
Küüslauk	haljasmass	39	0,23	0,06	0,22	3,7
Lehtkapsas	haljasmass	15	0,51	0,06	0,44	21,3
Lehtpeet	haljasmass	8	0,16	0,02	0,34	12,5
Lehtsalat	haljasmass	5	0,2	0,03	0,33	25
Lillkapsas	haljasmass	9	0,33	0,05	0,27	22,9
Maasikas	haljasmass	10	0,86	0,16	0,87	53,8
Mädarõigas	haljasmass	31	0,15	0,02	0,23	3,0
Mustikas	haljasmass	15	0,1	0,01	0,09	4,2
Mustjuur	haljasmass	10	0,23	0,07	0,37	14,4
Naeris	haljasmass	9	0,18	0,03	0,21	12,5
Nuikapsas	haljasmass	9	0,29	0,05	0,33	20,1
Pastinaak	haljasmass	19	0,17	0,07	0,33	5,6
Söögipeet	haljasmass	12,5	0,22	0,04	0,31	11,0
Poolsuhkrupeet	haljasmass	17	0,19	0,04	0,31	7,0
Porgand	haljasmass	12	0,16	0,03	0,29	8,3
Porrulauk	haljasmass	15	0,2	0,04	0,17	8,3
Punane peakapsas	haljasmass	9	0,25	0,05	0,24	17,4
Rabarber	haljasmass	6	0,12	0,02	0,2	12,5
Redis	haljasmass	6	0,13	0,02	0,22	13,5
Rooskapsas	haljasmass	13	0,42	0,06	0,41	20,2
Salatsigur	haljasmass	7	0,22	0,02	0,28	19,6
Seller	haljasmass	6	0,18	0,04	0,33	18,8
Mugulsibul	haljasmass	10	0,2	0,04	0,15	12,5
Roheline sibul	haljasmass	8	0,24	0,03	0,19	18,8
Söödapeet	haljasmass	12,5	0,18	0,03	0,25	9,0
Spargel	haljasmass	7	0,5	0,07	0,4	44,6
Spinat	haljasmass	9	0,41	0,05	0,49	28,5
Suhkrupeet	haljasmass	22	0,22	0,04	0,27	6,3
Tomat	haljasmass	6	0,16	0,02	0,25	16,7
Valge peakapsas	haljasmass	9	0,22	0,04	0,25	15,3

Tabel 4. NPK sisaldused loomakasvatussaadustes (% massi kohta) (EMÜ, 2021b).

Loomakasvatussaadus	N	P	K
	%		
Piim	0,53	0,1	0,16
Munad	1,89	0,2	0,16
Mesi	0	0,01	0,06

## 2.5. Loomasööt ja põhk

Loomasööda keemilise koostise kohta on võimalik kasutada Eesti teadusasutuste katseandmete ja analüüsitulemuste keskmisi näitajaid. Täpsema hinnangu haljasmassi, heintaimede ja silo NPK sisaldusest saab oma toodangu keemilise analüüsi tulemustest. Probleemaatiline on liblikõielise kultuuri osakaalu määramine kõrreliste ja liblikõieliste segudes kasvatamisel, samuti nende poolt seotud N koguse hindamine. Enamkasutatavate söötade keemilised koostised leiab söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse tabelitest (Oll ja Ilus, 2004). Tabelid 5 ja 6 koondavad loomasööda, põhu ja täiendsööda NPK sisalduse andmed Eesti Maaülikooli teadlaste koostatud põllubilansi kasutaja tabelitest (EMÜ, 2021a; <https://pk.emu.ee/struktuur/mullateadus/teadustoo/mullakalkulaatorid/>).

Tabel 5. Loomasööda kuivaine tüüpilised NPK sisaldused (EMÜ, 2021a).

Alajaotus	Saagi arvestus ja kasvufaas	Kuivaine	%			
			N	P	K	Proteiin
Kõrreliised	haljasmass kuni loomiseni	19	0,51	0,35	2,82	16,9
	haljasmass õitsemise ja hilisem	20	0,37	0,28	2,36	11,6
	märksilo kuni loomiseni	25	0,68	0,35	2,82	16,9
	märksilo õitsemise ja hilisem	25	0,47	0,28	2,36	11,6
	närbsilo kuni loomiseni	30	0,81	0,35	2,82	16,9
	närbsilo õitsemise ja hilisem	30	0,56	0,28	2,36	11,6
	kuivsilokuni loomiseni	45	1,22	0,35	2,82	16,9
	kuivsilokuni õitsemise ja hilisem	45	0,84	0,28	2,36	11,6
	hein kuni loomiseni	83	2,25	0,35	2,82	16,9
	hein õitsemise ja hilisem	83	1,54	0,28	2,36	11,6
Liblikõielised	haljasmass kuni loomiseni	17	0,49	0,34	3,11	18,2
	haljasmass õitsemise ja hilisem	18	0,41	0,29	2,39	14,2
	märksilo kuni loomiseni	23	0,67	0,34	3,11	18,2
	märksilo õitsemise ja hilisem	23	0,52	0,29	2,39	14,2
	närbsilo kuni loomiseni	30	0,87	0,34	3,11	18,2
	närbsilo õitsemise ja hilisem	30	0,68	0,29	2,39	14,2
	kuivsilokuni loomiseni	45	1,31	0,34	3,11	18,2
	kuivsilokuni õitsemise ja hilisem	45	1,02	0,29	2,39	14,2
	hein kuni loomiseni	83	2,42	0,34	3,11	18,2
	hein õitsemise ja hilisem	83	1,88	0,29	2,39	14,2
Liblikõieliste ja kõrreliste segu	haljasmass kuni loomiseni	18	0,50	0,33	2,84	17,2
	haljasmass õitsemise ja hilisem	19	0,36	0,27	2,37	11,9
	märksilo kuni loomiseni	23	0,63	0,33	2,84	17,2
	märksilo õitsemise ja hilisem	23	0,44	0,27	2,37	11,9
	närbsilo kuni loomiseni	30	0,83	0,33	2,84	17,2



närbsilo õitsemine ja hilisem	30	0,57	0,27	2,37	11,9
kuivsilokuni loomiseni	45	1,24	0,33	2,84	17,2
kuivsilokõitsemise ja hilisem	45	0,86	0,27	2,37	11,9
heinokuni loomiseni	83	2,28	0,33	2,84	17,2
heinõitsemise ja hilisem	83	1,59	0,27	2,37	11,9

Tabel 6. Põhu ja täiendsööda tüüpilised NPK sisaldused kuivaines (EMÜ, 2021a).

Põhk ja täiendsööt	Kuivaine	%		
		N	P	K
Kaerapõhk	90	0,56	0,12	1,69
Odrapõhk	90	0,56	0,11	1,53
Segaviljapõhk	89	0,9	0,14	1,1
Rukkipõhk	90	0,51	0,1	1,22
Nisupõhk	90	0,54	0,12	1,16
Rapsikook	90	5,5	1,05	1,4
Päevalillekook	90	5,4	0,98	1,27
Täispiima asendaja	95	3,2	0,65	1,2
Vasikate starter	90	3,2	0,58	0

## 2.6. Muud sisend- ja väljundvood

Ettevõtte toiteelementide bilanss võib sisaldada ka atmosfäärist sadenevat N koormust põllumajandusmaale ning liblikõieliste poolt seotud N. Nende sisendvoogude usalduväärseks hindamiseks taluvärava bilansis ei ole andmed üldjuhul kättesaadavad. Lisa 1 sisaldab PMK hinnanguid liblikõieliste poolt seotud N kogusest hektari kohta.

Denitrifikatsiooni teel atmosfääri lendunud N üldjuhul väljundina ei arvestata, kuna selle voo hindamiseks ei ole piisavalt usaldusväärseid andmeid. See kehtib tavaliselt ka toiteelementide leostumise ja ärakande kohta kasutatavalt põllumajandusmaalt. Seetõttu ei võimalda taluvärava bilanss anda täpsemat hinnangut võimalike keskkonnariskide põhjuste kohta.

### 3. Tulemuste interpreteerimine

Toiteelementide kasutamise tõhususe kõrvutamine NPK bilansiga annab ülevaate ettevõtete majandamise tõhususest ja selle mõjust keskkonnale. Keskkonna seisukohalt iseloomustab tasakaalus tootmist toiteelemendi kasutamise tõhusus vahemikus 80-90%. Alla 70% efektiivsusega majandamisel võivad suureneda toiteelementide kaod vette ja mulda (leostumine) ning õhku (emissioon atmosfääri), >100% tõhususe korral majandatakse puudujäägiga, mille tulemusena võib pikema aja jooksul langeda mulla viljakus.

Keskkonnanariski hindamiseks tuleb eelkõige arvestada N leostumisega veekeskkonda, aga ka emissiooniga atmosfääri ammooniaagi ja/või diämmastikoksiidina. Tasakaalustatud bilansi korral on leostumise risk madal. Ülejäägiga bilansi korral kasvab tõenäosus, et toiteelemendid kantakse minema näiteks suuremate sadude perioodil. Tugevalt positiivne bilanss viitab olukorrale, kus näiteks taimede poolt omastamata jäänud sõnnikus olev N leostub pinna- ja põhjavette.

Üldiselt näitab toiteelementide suur ülejääk põllumajandusettevõttes (sisenev NPK kogus väetiste, sõnniku, sööda ja muu näol on oluliselt suurem kui NPK väljund müüdüd või ära antud põllumajandussaaduste, loomade, komposti või muuga) võimalikku riski nende ärakandeks keskkonda ning toiteelementide puudujääk osutab tootmissüsteemi jätkusuutmatusele pikemas perspektiivis.

Toiteelementide ülejäägi määr võib oluliselt varieeruda, sõltuvalt tootmisviisist, olles üldiselt kõrgem loomakasvatusega tegelevas ettevõttes ja madalam taimekasvatuse ettevõttes. Ka võib toiteelementide puudujääk tekkida mõnel põllul ja ülejääk teistel ettevõtte põldudel. Neid põllumajandusettevõtte siseseid voogusid, sh. mineraalväetiste ja sõnnikuga, saab hinnata põllu tasandil. Põllu tasandi bilanss võib sisaldada ka sademetega lisanduvat N ja hinnangut toitainete leostumise kohta, kui need andmed on kättesaadavad.

Üksiku aasta bilansile tuginedes ei saa teha põhjapõnevaid järeldusi toiteelementide kasutamise ja võimaliku keskkonnamõju kohta, kuna seda mõjutab nii ilmastik, kasvatatavad kultuurid, mullastik, tootmise spetsiifika, sotsiaalmajanduslik keskkond jne. Seetõttu oleks nii põllu kui taluvärava bilansside

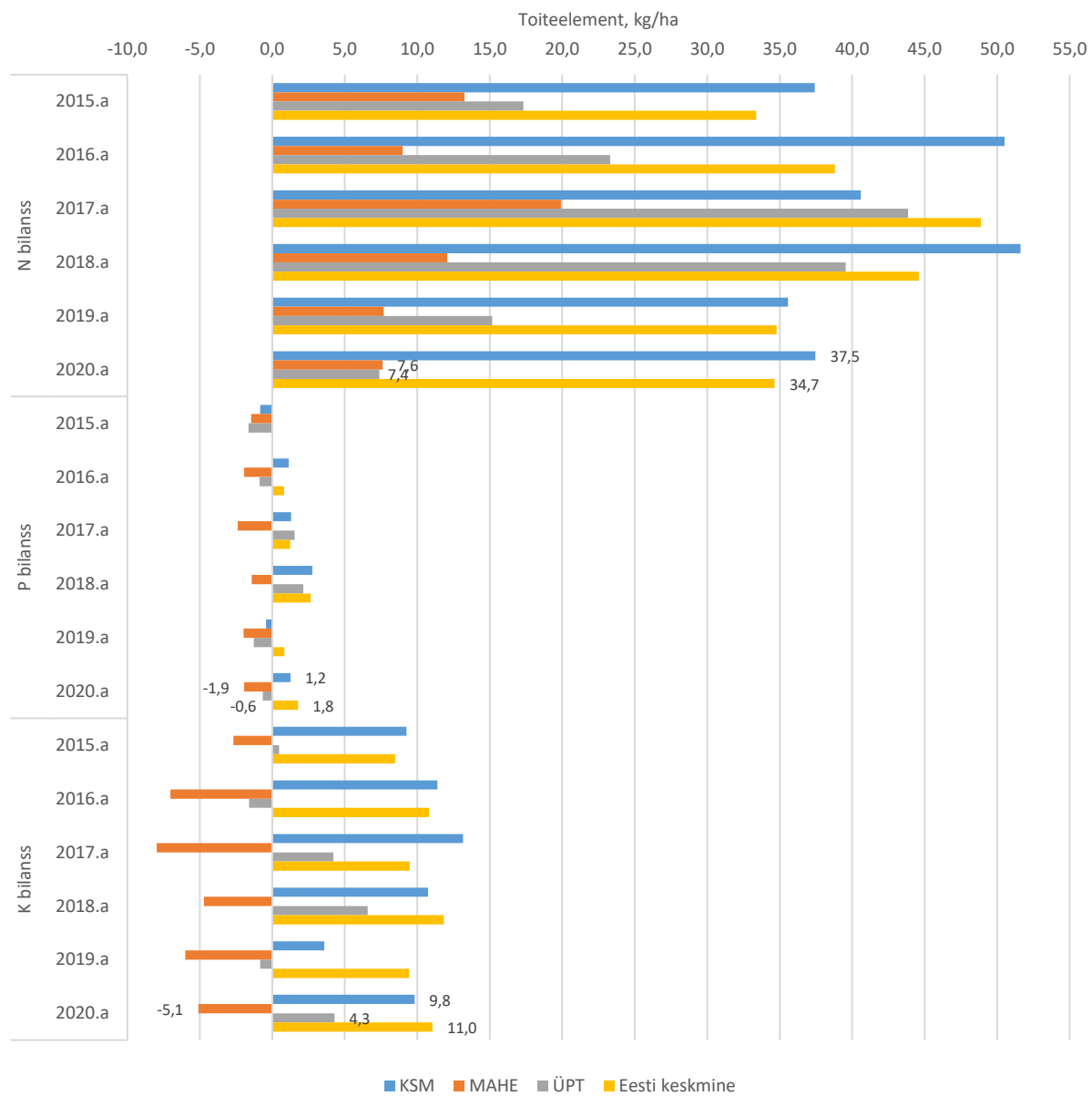
üldistusteks vaja mitme aasta andmeid. Samas võivad ka üksiku aasta tulemused olla tootjale endale väärtuslikuks teabeks ja otsustuste aluseks.

Põllumajandusettevõtte toiteelementide sisendite ja väljundite inventuur ei anna teavet mullas toimivatest protsessidest ega ka bioloogiliste protsesside tulemusena sisenevate ja väljuvate toiteelementide kohta, mis mängivad olulist rolli eelkõige N voogude hindamisel. Bilansi koostamine iseenesest ei suurenda ega vähenda toiteelementide kasutamise tõhusust vaid osutab ainult võimalikule probleemile ja suurendab teadlikkust sobivamate meetodite ja tehnikate kasutamiseks.

Põllumajandusuuringute Keskuse (PMK) põllumajandusseire ja uuringute osakonnas on alates 2004. aastast kogutud andmeid ja koostatud taluvärava toiteelementide bilansi keskkonnasõbraliku majandamise (KSM), mahepõllumajanduse (MAHE) ja ühtset pindalatoetust (ÜPT) taotlevate põllumajandusettevõtete kohta. Alates 2015. aastast arvutatakse NPK bilansinäitajad Põllumajandusliku raamatupidamise andmebaasi (FADN) andmetel kaalutud keskmistena põllumajandustootja kohta, mis annab võimaluse üldistada saadud tulemusi gruppi kuuluvate tootjate üldkogumi kohta ja Eesti põllumajandussektorile tervikuna.

Lämmastiku bilanss varieerus 2020. aastal toetustüübiti ja Eesti keskmisena vahemikus 7,4 kuni 37,5 kg/ha (2015. a 13,3 - 37,4 kg/ha), P bilanss -1,9 kuni 1,8 kg/ha (2015. a -1,6 kuni -0,8 kg/ha), K bilanss vahemikus -5,1 kuni 1,0 kg/ha (2015. a -2,7 kuni 9,3 (joonis 2)).

Lämmastiku bilanss oli 2020. aastal MAHE ja ÜPT toetustüübi ettevõtetes vaid kergelt positiivne (7,6 kg/ha ja 7,4 kg/ha, vastavalt). Kuigi täpset piiri, mille ületamisel on risk toitainete leostumiseks ja ärakandeks suurem ei ole võimalik määratleda, võib KSM toetustüübi puhul pidada keskkonda vähe ohustavaks ka N ülejääki 37,5 kg/ha ja Eesti põllumajandusettevõtete keskmist N bilansitaset (34,7 kg/ha) 2020. aastal. Uuritud MAHE toetustüübi ettevõtetes süveneb võrreldes 2015. aastaga P ja K puudujäägiga majandamine, mis ei ole kestlik.



**Joonis 2.** NPK taluvärava bilanss toetustüüpide KSM, MAHE, ÜPT ettevõtetes ja Eesti keskmisena perioodil 2015-2020. (Põllumajandusuuringute Keskus, 2022).

Fosfori ja K vajadus taime- ja loomakasvatussaaduste tootmiseks on N-st väiksem, mistõttu on ka P ja K sisend- ja väljundvoog tunduvalt väiksem kui N.

## Viidatud allikad

Astover, A. ja Kauer, K. 2021. Taimetoiteelementide bilansid – põllupõhise lämmastiku, fosfori ja kaaliumi bilansikalkulaatori juhendmaterjal. Eesti Maaülikool.

EMÜ, 2021a. NPK põllubilansi kalkulaatori versioon 1.0.

(<https://pk.emu.ee/struktuur/mullateadus/teadustoo/mullakalkulaatorid/>)

EMÜ, 2021b. Projekti „Huumusbilansi kalkulaatori arendus ja NPK bilansikalkulaatori väljatöötamine ja arendus põllu- ning taluvärava põhisenä“ lõpparuanne, Eesti maaülikool, Tartu

Maaeluministri 30.09.2019 määrus nr. 73 “Eri tüüpi sõnniku toitainesisalduse arvutuslikud väärtused, põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid ja sõnnikuhoidla mahu arvutamise meetodika”

Põllumajandusuuringute keskus, 2022. Toiteelementide bilansi uuring 2022.

<https://pmk.agri.ee/et/pollumajanduskeskkonna-uuringud/uurimisvaldkonnad/vesi>).

Oll, Ü. Ja Ilus, A. 2004. Söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse tabelid. Eesti Põllumajandusülikool.

## Lisa 1

Liblikõieliste poolt seotud lämmastiku kogused (Põllumajandusuuringute Keskus, 2022).

Kultuur (nimekiri PRIA 2020.a. maakasutuse andmetel)	kg/ha
Aedhernes	40
Aeduba	40
Harilik esparsett (100% esparsetti)	40
Harilik esparsett (esparsetti 50-80%, teisi heintaimi 20-50%)	26
Harilik lutsern (100% lutserni)	110
Harilik lutsern (lutserni 50-80%, teisi heintaimi 20-50%)	72
Harilik lutsern (vähemalt 80% lutserni, kuni 20% heintaimi)	84
Harilik nõiahammas (100% nõiahammast)	75
Harilik nõiahammas (nõiahammast 50-80%, teisi heintaimi 20-50%)	49
Ida-kitsehernes (100% ida-kitsehernest)	180
Ida-kitsehernes (vähemalt 80% ida-kitsehernest, kuni 20% heintaimi)	144
Kikerhernes	40
Kollane mesikas (100% mesikat)	150
Kollane mesikas (mesikat 50-80%, teisi heintaimi 20-50%)	98
Kollane mesikas (vähemalt 80% mesikat, kuni 20% heintaimi)	120
Liblikõieliste ja kõrreliste segu (30-80% liblikõielisi)	65
Liblikõieliste ja muude põllumajanduskultuuride segu (30-80% liblikõielisi)	55
Muud liblikõielised (vähemalt 80% liblikõielisi, kuni 20% heintaimi)	32
N siduv heintaimede ja kõrreliste segu (N siduvaid heintaimi üle 50%, kõrrelisi heintaimi alla 50%)	35
N siduvad heintaimed ja muu põllumajanduskultuuride segu (N siduvaid heintaimi üle 50%, muid kultuure alla 50%)	35
N siduv heintaimede. ja N siduvate põllumajanduskultuuride segu (N siduvaid kultuure üle 50%, segus valdavalt heintaimed)	45
N siduv heintaimede segu (N siduvaid heintaimi üle 50%, teisi liblikõielisi heintaimi alla 50%)	45
N siduvate kaunviljade segu (N siduvaid kaunvilju segus üle 50%)	20
Punane ristik (100% ristikut)	100
Punane ristik (ristikut 50-80%, teisi heintaimi 20-50%)	65
Punane ristik (vähemalt 80% ristikut, kuni 20% heintaimi)	85
Põldhernes "Mehis" (100% põldhernest "Mehis")	40
Põldhernes "Mehis" tugikultuuriga (kuni 70% põldhernes "Mehis")	28
Põldhernes "Mehis" tugikultuuriga (vähemalt 70% põldhernes "Mehis")	28
Põldhernes v.a "Mehis" (100% põldhernest)	40
Põldhernes v.a "Mehis" tugikultuuriga (vähemalt 70% põldhernest)	28
Põld-hiirehernes (talivikk)	40
Põlduba "Jõgeva"	40
Põlduba v.a "Jõgeva"	40
Roosa ristik (100% ristikut)	100

Roosa ristik (ristikut 50-80%, teisi heintaimi 20-50%)	65
Roosa ristik (vähemalt 80% ristikut, kuni 20% heintaimi)	85
Segavili/segatis N siduvate kaunviljadega (N siduvaid kaunvilju segus üle 50%)	28
Sojauba	40
Valge mesikas (100% mesikat)	150
Valge mesikas (mesikat 50-80%, teisi heintaimi 20-50%)	98
Valge mesikas (vähemalt 80% mesikat, kuni 20% heintaimi)	120
Valge ristik "Jõgeva 4" (100% ristikut)	100
Valge ristik "Jõgeva 4" segus aasnurmikaga (mõlemat 50%)	50
Valge ristik "Jõgeva 4" segus muude põllumajanduskultuuridega (ristik üle 50%, muid kultuure alla 50%)	50
Valge ristik (100% ristikut)	100
Valge ristik (ristikut 50-80%, teisi heintaimi 20-50%)	65
Valge ristik (vähemalt 80% ristikut, kuni 20% heintaimi)	85

---