

Zeoliitin käyttö karjataloilla

Pinja Lehti

Opinnäytetyö

Tammikuu 2018

Luonnonvara-ala

Agrologi (AMK), maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Lehti, Pinja	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Tammikuu 2018
	Sivumäärä 32	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Zeoliitin käyttö karjatilloilla		
Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Ulla Heinonen		
Toimeksiantaja(t)		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä tarkastellaan luonnollisen zeoliitin käyttöä maataloudessa, ja erityisesti karjatilloilla. Tietoperustaan on kerätty tietoa zeoliitin käytöstä viljelyssä, eläimiä kuivitettaessa sekä ruokinnassa. Tavoitteena oli koota suomenkielinen tietopaketti zeoliitin käytöstä ja käytön tavoitteista sekä mahdollisista hyödyistä. Tavoitteena oli myös selvittää suomalaisten zeoliitin käyttäjien käyttökohteita ja kokemuksia laadullisen tutkimuksen keinoin.</p> <p>Tutkimusmenetelmäksi valikoitui teemahaastattelu, sillä aiheesta ei ollut juurikaan ennako-olettamia. Haastateltaviksi valittiin joukko nautakarjatilallisia, joiden tiedettiin ottaneen zeoliitin käyttöön kevään 2017 aikana. Haastattelut toteutettiin puhelinhaastatteluina syksyllä 2017.</p> <p>Tulokset vastasivat oletettua eli vaihtelivat käyttäjästä riippuen suuresti: käyttökohteita ja -tapoja oli lähes yhtä monta kuin käyttäjiä. Vastaajat jakautuivat sekä tyytyväisiin että tyytymättömiin käyttäjiin. Tuotteen käytössä vastaajat olivat havainneet haasteita, mutta yleensä löytäneet keinon ratkaista ne. Käyttäjät kiittelivät suuresti aineen riittoisuutta sekä monikäyttöisyyttä. Zeoliitille voidaan löytää lähes jokaiselle tilalle sopivia käyttökohteita, ja aineella voidaan todella edesauttaa kuivikkeen riittoisuutta sekä ennaltaehkäistä tukoksia lantakuilussa.</p> <p>Työn johtopäätökseksi saatiin zeoliitin olevan monipuolinen tuote, joka on käytettävissä moniin erilaisiin tarkoituksiin. Zeoliitin monet hyödyt ovat silminnähden havaittavissa tai muilla tavoin demonstroitavissa ja toisaalta aiheen ympärillä riittää tutkittavaa myös jatkossa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) zeoliitti, klinoptiloliitti, typpi, nauta, lehmä		
Muut tiedot		

Author(s) Lehti, Pinja	Type of publication Bachelor's thesis	Date January 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 32	Permission for web publication: x
Title of publication The use of zeolite in cattle farms		
Degree programme Agricultural and Rural Industries		
Supervisor(s) Heinonen, Ulla		
Assigned by		
Abstract <p>Thesis deals with the use of natural zeolite in agriculture and the subject has been limiting to address just cattle farms. In the knowledge base there is information about different ways to use zeolite for example in cultivation, animal feeding and bedding. The biggest aim of the thesis was to get together Finnish data of the uses of zeolite as well as the potential benefits of it. The aim of the thesis was also to get together user experiences by using methods of qualitative research.</p> <p>The knowledge base was compiled by using different types of studies and other international sources. A theme interview was selected as a research method because there were hardly any pre-assumptions. A group of farmers from the middle Finland was selected for the interview. Farmers have been received the product of zeolite for use in the spring of 2017. The interviews were designed by using the knowledge base and were conducted during the fall 2017 by telephone.</p> <p>The results corresponded to the assumptions, which varies depending on the user. Ways of use the product are as many as users and so are a variety of perceptions of the benefits and challenges. The interviewed were dividing between both satisfied and dissatisfied users and most of the interviewed have been noticed challenges of using the product but found the way to solved them. Interviewed were appreciating the lasting and multifunctional of the product.</p> <p>Conclusion of the work was that zeolite is versatile product, that is suitable for many different types of purposes. Many benefits of zeolite can be seen or some other way to demonstrable and on the other hand there is so much new subjects of zeolite to survey in the future.</p>		
Keywords/tags (subjects) zeolite, clinoptilolite, nitrogen, cattle, cow		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Zeoliitti.....	4
2.1	Mineraalina	4
2.2	Kationinvaihtokapasiteetti	6
3	Käyttökohteet maataloudessa	7
3.1	Pelto.....	7
3.2	Typpi	8
3.3	Ruokinta.....	10
3.3.1	Zeoliitti ja väkirehu	12
3.3.2	Poikimahalvauksen ehkäisy	14
3.4	Luvat	15
3.5	Kuivitus	16
4	Tutkimusasetelma	18
4.1	Tavoite	18
4.2	Tutkimusmenetelmä	18
4.3	Tutkimuksen suunnittelu ja toteutus	19
5	Tulokset	19
5.1	Käyttäjäkokemukset	19
5.2	Tuotteen koostumus	20
5.3	Kuivikkeen seassa	21
5.4	Käyttö lietteen joukossa	21
5.5	Muita kohteita	22
5.6	Aineen hankinta ja tulevaisuus	22
5.7	Johtopäätökset	24

6	Pohdinta.....	25
	Lähteet	29
	Liitteet	32
	Liite 1. Haastattelupohja	32

Kuviot

	Kuvio 1 Klinoptiloliitti rautaa 1-2 mm (Eteläaho 2018.)	3
	Kuvio 2 Klinoptiloliitti pulveri ja rae (Hexon 2017.)	20

Taulukot

Kuvaotsikkoluettelon hakusanoja ei löytynyt.

1 Johdanto

Maatalouden ympäristöä kuormittava vaikutus puhuttaa tänä päivänä. Maatalous kuormittaa sekä vesistöjä että ilmakehää. Kuormitusta aiheutuu sekä peltoviljelystä että kotieläintuotannosta. Ympäristökuormituksen lisäksi kuluttajat ovat yhä kiinnostuneempia sekä koti- että tuotantoeläinten oloista, oikeuksista ja hyvinvoinnista. Maatalous on nyky-yhteiskunnassa asetettu ikään kuin puun ja kuoren väliin, sillä kasvava väestö vaatii yhä tehokkaampaa alkutuotantoa, ja toisaalta tehotuotanto vaatii maataloudelta yhä suurempia ympäristöä kuormittavia tuotantopanoksia. Näihin ongelmiin on nyt haettava ratkaisuja. Tässä työssä tutkitaan ja selvitetään zeoliittien maataloudelle tarjoamia mahdollisuuksia.

Zeoliitti on luonnon mineraali, joka on jopa erityislaatuisen monikäyttöinen paitsi maatalouden saralla myös muilla tuotantoaloilla. Zeoliittia markkinoidaan tehokkaana typen ja kosteuden sitojana, käytettäväksi suoraan peltoon tai kotieläintuotannossa aina kuivituksesta ruokintaan. On havaittu, että zeoliitti pidättää esimerkiksi typpeä ja vähentää sen huuhtoutumista pois pelloilta. Ravinteiden tehokas sitoutuminen maaperään vähentää ravinnehukkaa, mistä aiheutuu positiivisia vaikutuksia sekä ympäristölle että tilan taloudelle. Zeoliitin toiminta perustuu sekä sen korkeaan kationinvaihtokapasiteettiin että sen huokoiseen rakenteeseen. Näihin ominaisuuksiin ja niiden tarjoamiin mahdollisuuksiin tutustutaan tässä työssä. Työssä perehdytään erityisesti maataloudessa käytettyyn zeoliittien ryhmään kuuluvaan sedimenttiperäiseen klinoptiloliittiin.



Kuvio 1 Klinoptiloliitti raetta 1-2 mm (Eteläaho 2018.)

Opinnäytetyön tietoperustassa tutkitaan ja syvennytään maataloudessa käytettävän zeoliitin toimintaan ja käyttökohteisiin. Tietoa on kerätty erilaisista tutkimuksista, joiden perusteella voidaan tehdä päätelmiä

mihin ja kuinka zeoliittia voidaan tilalla käyttää. Opinnäytetyössä on pyritty tutki-
maan zeoliittia objektiivisesti ja ottamaan käytön hyödyt sekä mahdolliset haitat huo-
mioon.

Opinnäytetyön tutkimuksellisessa osassa kerätään yhteen viljelijöiden kokemuksia
zeoliitin käytöstä. Tutkimukset toteutettiin teemahaastatteluin, sillä menetelmä so-
veltuu erinomaisesti ennalta tuntemattoman aiheen tutkimiseen ja havainnointiin.
Haastateltavaksi valikoitui joukko klinoptiloliitti-tuotteeseen tutustuneita tuottajia.
Haastateltavat olivat liha- tai lypsykarja tilallisia Keski-Suomesta. Haastatteluin halut-
tiin selvittää, mihin tarkoituksiin he ovat zeoliittia käyttäneet ja havaitsivatko he ai-
neen vaikuttavan toivotulla tavalla.

Opinnäytetyön keskeinen tavoite oli muodostaa suomenkielinen tietopaketti zeolii-
tista, sen vaikutuksista ja käyttötarkoituksista. Zeoliitin käyttöä ei ole juurikaan tut-
kittu, ja suomenkielistä materiaalia on saatavilla vain vähän. Suomalaisia zeoliitin
käyttäjiä ei ole kartoitettu tai heitä ei ole isommassa mittakaavassa haastateltu.
Keski-Suomessa Saarijärven alueella joukko viljelijöitä otti käyttöönsä zeoliittia ke-
vällä 2017. Tässä kohtaa nähtiin oivallinen mahdollisuus tutustua zeoliitin käyttöön
tarkemmin. Tutkimuksen keskeisiä tavoitteita oli selvittää, kuinka zeoliittia voidaan
käyttää sekä kuinka sitä käytetään. Tutkimuksessa haluttiin lisäksi selvittää olivatko
käyttäjät kokeneet tuotteen hyödylliseksi.

2 Zeoliitti

2.1 Mineraalina

Ensimmäiset zeoliittihavainnot tehtiin jo 1700-luvulla. Klinoptiloliitti eli luonnollinen
zeoliitti, jota maataloudessa erityisesti käytetään, löydettiin virallisesti vuonna 1890.
Toden teolla zeoliitteihin kiinnitettiin huomiota kuitenkin vasta 1950-luvulla ja samoi-
hin aikoihin tehtiin tutkimuksia myös zeoliitin synteettisestä valmistuksesta. 1900-lu-
vun puolen välin jälkeen zeoliittien erityinen potentiaali havaittiin, jolloin alettiin ke-
hitellä ja löytää erilaisia käyttötapoja ja -tarkoituksia. (Inglezakis & Zorpas 2012.)

Suuret esiintymät ja helpohko talteenotto ovat mahdollistaneet zeoliitin käytön levinneisyyden. Zeoliittia louhitaan kaivoksesta yleensä esimerkiksi arvometallien sivutuotteena. Suurimmat esiintymät ovat Kiinassa, mutta merkittäviä esiintymiä sijaitsee myös esimerkiksi Turkissa, Japanissa ja Etelä-Koreassa. Eurooppalaisittain merkittävimmät esiintymät sijaitsevat Unkarissa ja Ukrainassa. Zeoliittia louhitaan pintamenetelmällä käyttäen maansiirtovälineitä kuten kaivuria ja kaapimia. (Inglezakis & Zorpas 2012.)

Zeoliitteja voidaan valmistaa synteettisesti tai louhia kaivoksesta vulkaanisilta alueilta. Luonnossa esiintyy useita zeoliitteihin lukeutuvia mineraaleja, ja niistä maataloudessa eniten käytetään klinoptiloliittia. Klinoptiloliitin molekyylit koostuvat viidestä alkuaineesta: natriumista, kaliumista, alumiinista, piistä sekä hapesta. Nämä aineet muodostavat rakenteeltaan kolmiulotteisen ionin, joista käytetään nimitystä tektosilikaatti. Luonnollinen sedimenttiperäinen klinoptiloliitti muodostuu vulkaanisen mikrometrin kokoon hajonneen tuhkan saostuttua. (Mumpton n.d.)

Tunnetuin zeoliitin käyttömuoto lienee kuitenkin toimia pyykinpesuaineissa vedenpehmentäjänä. Toiminta perustuu zeoliitin kykyyn sitoa kalsiumia ja magnesiumia pyykinpesuvedestä. Pesuvedessä kalsium ja magnesium vaikeuttavat pyykinpesua kovettamalla käytettävää pesuvettä. Pyykinpesuaineissa käytetty zeoliitti on synteettisesti valmistettua. Jätevedenpuhdistamoilla zeoliitti vajoaa lietteen sekaan lisäten näin lietteen määrää. Pyykinpesuaineessa käytetyn zeoliitin ei ole havaittu olevan haitaksi ympäristölle tai ihmisille, mutta zeoliitin kuitenkin epäillään aiheuttavan pyykinpesukoneissa koneita hajottavia sakkaumia. Ongelmien uskotaan kuitenkin johtuvan pääosin pesuaineen liikkakäytöstä kuin niinkään yksistään zeoliitista. Jäämien ja sakkaumien vuoksi zeoliitille etsitään kuitenkin uusia korvaavia menetelmiä. (Zeoliitti pyykinpesuaineissa n.d.)

Zeoliitille on kehitetty monenlaisia sovelluksia eri teollisuudenaloilla. Myös maataloutta auttavia käyttökohteita. Tunnettuja zeoliitin käyttötarkoituksia ovat mm. maanparannusaineena maa- ja puutarhataloudessa sekä ammoniakkin sitominen erilaisissa kohteissa kuten navetassa, pellolla tai eläimen ruuansulatuksessa. Zeoliitin toiminta perustuu sen korkeaan kationinvaihtokapasiteettiin ja huokoiseen rakenteeseen. (Inglezakis & Zorpas 2012.)

2.2 Kationinvaihtokapasiteetti

Kationinvaihtokapasiteetti tarkoittaa kykyä pidättää positiivisesti varautuneita ioneita eli kationeja. Kationit muodostavat negatiivisesti varautuneiden ionien eli anionien kanssa sähköisen sidoksen. Luonnossa nämä negatiivisesti varautuneet ionit ovat positiivisesti varautuneita ioneita harvinaisempia. Kationinvaihtokapasiteetti on maan luontainen ominaisuus, joka kertoo maaperän kyvystä pidättää ravinnekationeja maapartikkelien negatiivisesti varautuneille pinnoille. Maaperässä luonnostaan tällaisia kationinvaihtopintoja ovat yleensä humus ja savimineraalit. Maaperän korkea pH vaikuttaa positiivisesti humuksen kykyyn pidättää kationeja. (Heinonen, Hartikainen, Aura, Jaakkola & Kemppainen 2001, 52.)

Suurin osa tärkeistä kasviravinteista ovat kationeja, esimerkiksi kalsium (Ca^{2+}), kalium (K^+) ja magnesium (Mg^{2+}). Kationinvaihdon avulla ravinteiden on mahdollista varastoitua maaperään silloin, kun ravinteita on kasvien käyttöön saatavilla riittävästi. Ravinteet vapautuvat kasvien käyttöön, kun maaperän veden liukoiset ravinteet vähenyvät. (Haikarainen 2017.) Myös monet muut kasvin tarvitsemat ravinteet kykenevät liikkumaan maaperässä sähköisen varauksen avulla. Kasvin kaipaamat ravinteet jaetaan usein pää- ja sivuravinneaineisiin sekä hivenaineisiin. Kasvin pääravinteisiin kuuluvat typpi, fosfori, kalium ja kalsium ja sivuravinteisiin kuuluvat magnesium ja rikki. Näiden edellä mainittujen ravinteiden kasvien käyttämä määrä lasketaan kiloina peltohehtaarille. Hivenravinteiden kuten raudan, sinkin, kuparin ja boorin kasvien käyttämä määrä lasketaan pellolle grammoina. Myös nämä edellä mainitut ravinteet liikkuvat maaperässä sähköisen varauksen avulla. (Junnola & Peltonen 2013.)

Zeoliittimolekyylit ovat humuksen ja savimineraalien tapaan negatiivisesti varautuneita ioneita eli anioneita. Negatiivisesti varautuneisiin zeoliittianioneihin sitoutuu positiivisesti varautuneita kationeja, jolloin näiden välille syntyy sähköinen sidos. Maataloudessa eniten käytetyllä zeoliitilla, klinoptiloliitilla on moniin muihin zeoliitteihin verrattuna melko matala kationinvaihtokapasiteetti. Muihin zeoliitteihin verrattuna se kuitenkin kykenee sitomaan poikkeuksellisen kookkaita kationeja kuten esimerkiksi ammoniumia (NH_4^+). Tämän ominaisuuden vuoksi maataloudessa käytetään nimenomaan klinoptiloliittia. (Mumpton 1998.)

Kationinvaihtokapasiteetin avulla voidaan myös sitoa erilaisia haitallisia aineita, kuten useita raskasmetalleja maaperään ja vähentää näin ollen niiden pääsyä kasveihin. Luonnollisesta zeoliitista on maataloudessa apua maanparannusaineena ja tehostamaan sekä epäorgaanisten että orgaanisten lannoitteiden käyttöä. Maailmalla kotieläintuotannossa zeoliittia käytetään erityisesti rehun lisäaineena. (Inglezakis & Zorpas 2012.)

3 Käyttökohteet maataloudessa

3.1 Pelto

Pellossa zeoliitilla pyritään yleensä tehostamaan jonkin tai joidenkin aineiden vaikutusta. Zeoliittia lisätään peltoon yleensä yhdessä ravinteiden kanssa. Zeoliittia voidaan käyttää myös suoraan peltoon esimerkiksi uudistettaessa nurmia. Zeoliitti sitoo tehokkaasti myös vettä joten alueilla, joilla kuivuus on ongelma voidaan zeoliitilla saada pellon kosteustasapainoa edistettyä. Zeoliitti voi sitoa vettä kosteina aikoina vapauttaen kosteuden kuivuuden koittaessa. (Rehakova, Cuvanova, Dzivak, Rimar & Gaval`ova 2004.) Zeoliitin kykyä sitoa vettä voidaan verrata humuksen kykyyn sitoa vettä. Humus kykenee sitomaan vettä itseensä moninkertaisia määriä omaan painoonsa verrattuna vapauttaen kosteutta asteittain. (Paasonen-Kivekäs, Peltomaa, Vakkilainen & Äijö 2009, 31.)

Zeoliitti yksin ei ole ravinne, vaan sen käyttö tehostaa ja sitoo maaperään käytettyjä ravinteita, vapauttaen niitä kasveille tasaisesti pidemmällä aikavälillä. Viljavuuden kannalta zeoliitti toimii tehokkaimmin yhdessä lannoitteen kanssa esimerkiksi karjanlantaan sekoitettuna. Zeoliitti toimii hyvin myrkyttömänä ja haitattomana sidosaineena myös epäorgaanisille lannoitteille. Zeoliittipohjainen lannoite voidaan ajaa peltoon jo kasvukauden alussa, sillä zeoliitti vapauttaa ravinteita kasveille tasaisesti koko kasvukauden ajan. Zeoliitti ikään kuin kiinnittää ravinteet peltoon, jolloin esimerkiksi rankkasateet eivät pääse huuhtomaan niitä vesistöihin ja pois viljeltävien kasvien käytöstä. (Rehakova, Cuvanova, Dzivak, Rimar & Gaval`ova 2004.)

Slovakiassa vuonna 2003 tehdyssä tutkimuksessa vertailtiin kasvuston kehitystä lannoittamalla koekasvustoja sekä zeoliittipohjaisella että zeoliittittomalla ravinteella.

Tutkimuksella pyrittiin selvittämään, onko zeoliitin ravinteita kiinnittävillä ominaisuuksilla todella vaikutusta kasvien kasvuun ja kehitykseen. Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella ero kasvustojen välillä voitiin havaita jo muutamien päivien kuluessa lannoituksesta. Ilman zeoliittia ravitut kasvit kehittyivät ja kasvoivat nopeammin, kuin zeoliittia saaneet kasvustot. Zeoliitin havaittiin sitovan ravinteita maaperään siten, että kasvien käyttöön ei jäänyt yhtä paljon ravinteita lannoituksen jälkeen kuin zeoliittittomilla kasvustoilla. Ravinteet kuitenkin myöhemmin vapautuivat kasvien käyttöön, sillä tutkimuksen päätteeksi havaittiin, että kasvin juurien tutkittu kuiva-ainepitoisuus oli suurempi zeoliittiravinnetta saaneilla koekasvustoilla. Tutkimuksessa todettiin lopulta, että zeoliitti-pohjaisella lannoitteella saavutetaan sadon määrän kannalta edullisempi tulos, sillä juurien suuremman kuiva-ainepitoisuuden lisäksi, jyvien osuus kasvista oli suurempi kuin zeoliittittomalla lannoitteella saadussa sadossa. Satotasoissa esimerkiksi nurmen koekasvustoilla havaittiin merkittävä muutos 5,6 tonnista jopa 8,8 tonniin hehtaarilta. (Rehakova, Cuvanova, Dzivak, Rimar & Gaval`ova 2004.)

Zeoliitin vaikutuksia viljelykasvien raskasmetallipitoisuuksiin on tutkittu. Tutkimus toteutettiin vertailemalla raskasmetallipitoisuuksia kontrolli- ja tutkimuskasvustojen välillä. Kontrollikasvustoja ravittiin zeoliittittomalla ravinteella ja tutkimuskasvustoja zeoliittipohjaisella ravinteella. Tutkimus toteutettiin perinteisen maatalousmaan sijasta saastuneessa maaperässä teollisuusalueella, jotta mahdolliset tulokset olisivat selkeämmin nähtävillä. Tutkimuksessa havaittiin, että zeoliittipohjaisella ravinteella ravitut kasvustot ottivat raskasmetalleja maasta kontrolliryhmää vähemmän. Zeoliittipohjaisella ravinteella ravitut kasvustot ottivat maaperästä esimerkiksi lyijyä ja kuparia jopa kolmanneksen vähemmän kuin kontrolliryhmä. Vaikutukset olivat nähtävissä myös sinkin ja kromin pitoisuuksissa kasvustojen välillä. (Rehakova, Cuvanova, Dzivak, Rimar & Gaval`ova 2004.)

3.2 Typpi

Typpi on maatalouden kannalta merkittävin alkuaine ja ravinne. Typeä on maaperässä ja ilmakehässä luonnostaan eri muodoissaan. Maailman typpivarastoista jopa yli 99 %, on arvioitu olevan ilmakehässä kaasumaisessa muodossa: typpikaasu (N_2). Kaasumaisen muotonsa vuoksi se ei ole silminnähtävissä. Typpikaasu voi

toisten aineiden kanssa muodostaa ilmakehässä erilaisia yhdisteitä, joista yksi tunnetuimpia on ammoniakki (NH_3). Ilmakehän kaasumaisen typen sidos on vaikeasti hajotettavissa, ja siksi suuresta määrästä huolimatta heikosti kasvien käytettävissä. Maaperässä typpikaasua kasvien käyttöön kykenevät hajottamaan ja sitomaan typpensitojakasvit, joilla on käytössään typen hajottamiseen käytettävää entsyymiä. (Paasonen-Kivekäs, Peltomaa, Vakkilainen & Äijö 2009, 175-176.)

Maaperässä olevasta tyypestä jopa 90 % on orgaanista tyypeä, joka koostuu sekä eläin- että kasviperäisestä tyypestä. Maaperän tyypestä vain muutama prosentti on suoraan kasvien käytössä olevaa epäorgaanista tyypeä, ammoniumia (NH_4^+) tai nitraattia (NO_3^-). Orgaaniseen ainekseen sitoutunut typpi vapautuu mineralisaation seurauksena ammoniakkina, joka muuntuu ammoniumiksi. Kasvit voivat hyödyntää ammoniumia, mutta hapellisissa olosuhteissa ammonium yleensä hapettuu nitrifikaation seurauksena nitraatiksi. Sen sijaan maan pH:n noustessa korkeaksi ammonium hapettuu ammoniakiksi ja haihtuu helposti ilmakehään. (Paasonen-Kivekäs, Peltomaa, Vakkilainen & Äijö 2009, 178.)

Maanviljelyn kannalta tärkeimmät typen muodot ovat ammonium (NH_4^+) ja nitraatti (NO_3^-). Peltoviljelyssä tyypeä lisätään peltoon käyttämällä lannoitevalmisteita tai karjanlantaa, usein molempia. Typpi toimii ravinteena sekä viljellyille kasveille että luonnonkasveille, siksi typen huuhtoutuminen pois pellolta aiheuttaa mm. vesistöjen rehevöitymistä. (Ypyä 2013.)

Karjanlantaa käytetään tiloilla lannoitteena. Karjanlannassa on epäorgaanista tyypeä noin 25 % typen kokonaismäärästä. Epäorgaaninen typpi nitraattimuodossa on suoraan valmista kasvien käyttöön. Orgaaninen typpi muuntuu mineralisaation seurauksena kasveille sopivaksi. Mineralisaatio on kuitenkin hidas prosessi, johon vaikuttavat ympäristön kosteus ja lämpötila sekä maa-aineksen hiili-typin-suhde. (Ylivainio 2013.)

Karjanlannan ajoa pellolle rajoittaa nitraattiasetus, joka on asettanut liukoisen typen enimmäismääräksi 170 kiloa hehtaaria kohden vuodessa. Nitraattiasetuksella pyritään vähentämään vesistöön kohdistuvaa kuormitusta. Sallitusta määrästä osa päättyy aina muualle kuin viljelykasvien käyttöön. (Kekäläinen 2016.)

Ammoniakki haihtuu ilmaan helposti. On havaittu, että tuoreen lannan kokonaistyypeistä jopa 30 % haihtuu ilmaan ammoniakkina. On arvioitu, että ammoniakkihävikki

lehmää kohden navetassa on noin 24 grammaa vuorokautta kohti. Tämä tarkoittaa noin kilon hävikkiä kuudessa viikossa lehmää kohden. Navetassa haihtuva ammoniakki on pois pellolle päätyvän typen määrästä. Jotta lehmäkohtaista ammoniakkin hävikkiä pystytään estämään, olisi viisainta lisätä zeoliittia ruokintaan, jotta se ehtii vaikuttamaan jo eläimen ruuansulatuselimistössä. (Joki-Tokola n.d.)

Typpi kuormittaa pinta- ja pohjavesiä sekä ilmakehää. Typen muodoista ainoastaan typpikaasua pidetään vaarattomana ympäristölle, kun taas typen muodot kuten nitraatti ja ammonium kuormittavat ympäristöä. Nitraatit ovat suurin maataloudesta aiheutuva ympäristökuormittaja. (Ypyä 2013.) Taloudellisinta ja ympäristön kannalta hyödyllisintä on saada typen kierto tilakeskuksen ja pellon välillä mahdollisimman suljetuksi, eli siten että typen vuotaminen ympäristöön pystytään minimoimaan. Vesisistöihin typpi huuhtoutuu nitraatteina veden mukana. Erityisen alttiina veden mukana huuhtoutumiselle nitraatti on silloin, kun sitä on maaperässä niin runsaasti, etteivät kasvit kykene käyttämään sitä hyväkseen. (Paasonen-Kivekäs, Peltomaa, Vakkiainen & Äijö 2009, 175-177.)

Zeoliitin korkean kationinvaihtokapasiteetin vuoksi sillä on kyky sitoa ja pidättää typpeä maaperään. Zeoliitti pidättyy maaperään ja sitoo typpeä sähköisellä varauksella samalla tavoin, kuin maaperässä luonnollisesti olevat kationinvaihtopinnat kuten humus. Zeoliittiin sitoutunut typpi ei pääse kulkeutumaan pois pellolta, vaan vapautuu kasvien käyttöön tasaisemmin kasvukauden aikana. Lannoituksen jälkeiset sateet eivät aiheuta suurta riskiä typen huuhtoutumiselle, kun maaperän luonnollista kationinvaihtoa on autettu lisäämällä esimerkiksi lannoitteen joukkoon zeoliittia. (Mump-ton n.d.)

3.3 Ruokinta

Zeoliittia voidaan käyttää rehulisänä. On tärkeää huomioida, että zeoliitti ei ole eläimelle ravintoaine, vaan keino tehostaa ravintoaineiden kuten vitamiinien ja hivenainneiden imeytymistä. Tehokkaampi ravinteiden imeytyminen perustuu siihen että, zeoliittiin sitoutuneena ravinteet viiptyvät eläimen elimistössä pidempään. (Polat, Karaca, Demir & Naci Onus 2004.)

Nauta-eläinten ruuansulatusjärjestelmä kykenee hyödyntämään poikkeuksellisen hyvin kuitupitoista ravintoa, mikä on mahdollista pötsimikrobien ansiosta. Rehunkäytökyvyn lisäämiseksi ruokinnassa on huolehdittava, että myös pötsimikrobeille on tarjolla optimaaliset olosuhteet. Mikrobeille edullisin pötsin pH on neutraalin tasolla noin 6-7. Pötsissä bakteerit ovat erikoistuneet tuottamaan entsyymeitä, joiden avulla pötsissä hajoaa ravinnosta saatuja kuituja, tärkkelyksiä sekä valkuaisia. Bakteerit voivat olla myös metanogeenisiä. Metanogeeniset bakteerit kykenevät hyödyntämään edellä mainittujen ravinto-osien hajoamisesta syntyneitä käymistuotteita. (Ellä, Jaakkola, Karlström, Karttunen, Kokkonen, Kyntäjä, Nokka, Nousiainen, Palva, Rinne, Sairanen & Vanhatalo 2010, 19-23.)

Karjan ruokinnassa käytettynä zeoliitilla voidaan sitoa muun muassa tyypeä, eri tyyppisiä toksiineja ja kosteutta. Zeoliitilla voidaan tasata pötsin pH:ta ja tehostaa näin ollen luontaisten mikrobien toimintaa. Zeoliitin on havaittu parantavan eläimen rehun käyttöä ja nopeuttavan yksilön kasvua. Zeoliitti sitoo mykotoksiineja eli home- myrkkyjä ja kemiallisia myrkkyjä. Ympäristön myrkyt poistuvat eläimestä, sitoutuneena zeoliittiin parantaen näin sekä eläimen terveyttä ja hyvinvointia että siitä saatavaa maito- tai lihatuotetta. Sekoittamalla zeoliittia syötettävän rehun joukkoon voidaan vähentää bakteerien tuottamien proteiinitoksiinien eli alfatoksiinien aiheuttamia haittoja. *Staphylococcus aureus* on karjatiloilinkin tunnettu bakteeri, jonka tuottama alfatoksiini tuhoaa esimerkiksi ruuansulatuskanavan kalvoja aiheuttaen haavaumia ja kudolvaurioita. Zeoliitti sitoo alfatoksiinin itseensä, jolloin se poistuu luonnollisesti eläimen elimistöstä, jolloin alfatoksiinit eivät ehdi aiheuttamaan suuria vaurioita. Zeoliitti sitoo eläimen elimistössä homeen seurauksena syntyneitä mykotoksiineja eli homeiden hajoamistuotteita siten, että ne eivät haittaa eläimen ruuansulatus- tusta. (Polat, Karaca, Demir & Naci Onus 2004.) Zeoliitti itsessään ei ole eläimelle maittavaa, vaan se tulee sekoittaa esimerkiksi appeeseen tai väkirehuun. (Seppänen 2013.)

Zeoliitin käyttö vähentää erilaisia ruuansulatusvaivoja, kuten ripulia, vasikoilla.

Eräissä tutkimuksissa zeoliittia lisättiin ruokintaan noin 5 % kokonaisrehunmäärästä ja syötettiin vasikoille puolen vuoden ikään asti. Kokeessa vasikoille annettu zeoliitti lisäsi eläinten syömän kuiva-aineen määrää kontrolliryhmään verrattuna. Tutkimuk-

nessa havaittiin lisäksi tutkimusvasikoiden kärsineen merkittävästi vähemmän ripulista tai vastaavista ruuansulatushäiriöistä. Kokonaisuudessaan vasikat kerryttivät elopainoa jopa 20 % enemmän kuin kontrolliryhmä. (Mumpton n.d.)

Yhdysvaltain osavaltiossa Nebraskassa toteutetussa tutkimuksessa selvitettiin zeoliitin vaikutusta karjan rehunkäyttökykyyn sekä typen haihduntaan. Tutkimukseen osallistui 96 härkää, jotka jaettiin tutkimus- ja kontrolliryhmiin. Tutkimus kesti 168 vuorokautta. Kokeessa tutkimusryhmän eläimille syötettiin 1,2 % zeoliittisavea kokonaisrehun painosta. Eläimet söivät saamansa rehun avoimista ruokintakaukaloista. Ruokintakaukaloiden alle oli sijoitettu keräilyastia, johon tippunut ja hyödyntämättä jäänyt rehu kertyi. Eläimille syötetty rehu punnittiin tarkoin, ja määrästä vähennettiin keräilyastian kerääntynyt tippunut rehu. Eläinten kasvua seurattiin punnitsemalla eläimet tutkimuksen alussa ja kolme kertaa tutkimuksen aikana. Typen haihduntaan seurattiin ottamalla säännöllisesti rehunäytteitä eläimille syötetystä rehusta, ja vertaamalla tuloksia kontrolli- ja tutkimusryhmien lannasta otettuihin näytteisiin. Rehu- ja lantanäytteistä tutkittiin kuiva-aineen ja typen määrä. Tutkimuksen päätteeksi todettiin, että zeoliitin käytöllä ei ollut suurta tilastollista tutkimuksen tuloksiin. Tutkimusryhmällä keskimääräinen päiväkasvu oli noin 3,4 % suurempi kuin kontrolliryhmällä. Rehua eläimet käyttivät noin 3 % vähemmän kuin kontrolliryhmä. Typen määrään zeoliitilla ei havaittu olevan vaikutusta. Tutkimuksessa ei otettu kantaa esimerkiksi siihen, kuinka suurempi annos zeoliittia mahdollisesti tuloksiin vaikuttaisi. (Sherwood, Erickson & Klopfensten 2005.)

3.3.1 Zeoliitti ja väkirehu

Eräässä tutkimuksessa perehdyttiin siihen millä tavoin zeoliitti mahdollisesti vaikuttaa ammoniakkin, urean ja veren kalsiumin sekä fosforin määrään karjan elimistössä. Tutkimuksessa karjan veren pitoisuuksia seurattiin ensin ruokintahetkellä, jonka jälkeen kahden, neljän ja kahdeksan tunnin kuluttua ruokinnasta. Tutkimuksessa ei siis varsinaisesti selvitetty zeoliitin käytön vaikutuksia pidemmällä aikavälillä, vaan ruokinnan jälkeisiä välittömiä vaikutuksia. Tutkimuksessa rehuun lisättiin zeoliittia 5 % kokonaisrehumäärän painosta. Tutkimuksessa saatiin selville, että merkittävin ero pitoisuuksissa kontrolli- ja tutkimusryhmän välillä saatiin verrattaessa veren ammoniakki- ja ureapitoisuutta tutkimusryhmän ja kontrolliryhmän välillä, kun taas pötsin

pH:n, veren kalsiumin ja fosforin suhteen ei ollut merkittävää eroa ryhmien välillä. (Insung, ter Meulen & Vearasilp n.d.)

Tutkimuksessa selvisi, että ruokinnan jälkeinen ammoniakkipitoisuus veressä nousi kontrolliryhmällä kahden tunnin kuluttua ruokinnasta noin 19 mg/dl, kun taas zeoliittia saaneilla eläimillä vain 13 mg/dl. Tilanne normalisoitui molemmilla ryhmillä kahdeksan tunnin kuluttua ruokinnasta, jolloin urean määrä oli noin 3 mg/dl. Ureapitoisuus veressä nousi kuudesta mg/dl noin 10 mg/dl kontrolliryhmällä, kun taas zeoliittia saaneilla eläimillä ureapitoisuus ei kohonnut yli 8 mg/dl ruokinnan jälkeen. Tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että valkuaispitoinen rehu hajoaa ruuansulatuksessa hitaammin tutkimusryhmällä, jolloin maksa ei kuormitu ammoniakin muuttamisesta ureaksi yhtä paljon kuin kontrolliryhmällä. (Insung, ter Meulen & Vearasilp n.d.)

Urea muodostuu maksassa pötsistä imeytyneestä ammoniakista. Ammoniikki sen sijaan on rehuvalkuaisen hajoamistuote. Ureapitoisuus riippuu siis pitkälti rehun raaka-alkuvalkuaispitoisuudesta. Verenkierrosta urea päätyy maitoon, joten ureapitoisuutta pidetäänkin yhtenä onnistuneen ruokinnan mittareista. Oikea ureapitoisuus on tärkeää pötsimikrobien toiminnan kannalta. Korkeimmillaan ammoniakkipitoisuuden on tutkittu olevan noin 2-4 tunnin kuluttua väkirehuannoksesta. (Nousiainen n.d.) Liian suuresta ammoniakin määrästä veressä voi pahimmassa tapauksessa seurata ammoniakkimyrkytys. Tällöin maksa ei ehdi muuttaa kaikkea ammoniakkia ureaksi. (Pyörälä & Tiihonen 2005.)

Tutkimuksessa selvitettiin myös zeoliitin vaikutusta pötsin pH-tasapainoon sekä veren kalsiumin ja fosforipitoisuuteen. Tutkimuksessa ei tehty näiden suhteen merkittäviä huomioita. Pötsin pH oli korkeimmillaan hetkellä nolla eli ruokinnan aikana tai välittömästi ruokinnan jälkeen, jolloin arvo oli noin 6,9. Arvoissa merkittävin ero oli havaittavissa kahden tunnin kuluttua ruokailusta, jolloin pötsin pH oli kontrolliryhmällä noin 6,7 ja tutkimusryhmällä 6,3 tämän jälkeen ero tasaantui nopeasti. Veren kalsium- tai fosforipitoisuudessaakaan ei havaittu muutoksia, joilla voitaisiin arvioida olevan merkitystä eläimen hyvinvointiin tai tuotokseen. (Insung, ter Meulen & Vearasilp n.d.)

3.3.2 Poikimahalvauksen ehkäisy

Poikimahalvaus aiheutuu poikimisen jälkeen, kun eläimen verenkierron kalsium sitoutuu maidontuotantoon, jolloin lihasten käyttöön ei jää kalsiumia riittävästi. Kalsiumin puute aiheuttaa eläimelle lihasheikkoutta, kuten horjumista ja makuulle menoa, tällaista tilaa kutsutaan hypokalsemiaksi. Suurimpaan poikimahalvauksen riskiryhmään kuuluvat iäkkäät useasti poikineet eläimet sekä liikalihavat eläimet. Ruokinasta saatu liika kalsium ja kalium lisäävät poikimahalvauksen riskiä. (Seppänen 2013.)

Kalsiumista jopa 99 % on varastoitunut eläimen luustoon ja noin 1 % on verenkierrossa. Poikimisen yhteydessä maidon tuotanto käynnistyy ja kalsiumin tarve kasvaa ja veressä irrallaan olevan kalsium määrä romahtaa. Kalsium alkaa vapautua eläimen luustosta veressä oleva kalsiumin vähentyessä. Yleensä näin tapahtuu poikimisen yhteydessä. Poikimahalvauksen ehkäisyn kannalta olennaista on aloittaa toimenpiteet riittävän ajoissa. Zeoliitin toiminta poikimahalvauksen ennaltaehkäisijänä perustuu zeoliitin kykyyn sitoja kalsiumioneja ruuansulatuselimistössä. Zeoliittia lisätään ruokintaan, jolloin kalsiumionit sitoutuvat zeoliittiin kulkeutuen näin eläimen elimistön läpi. Tällöin kalsiumin hyötysuhde jää pienemmäksi ja eläin alkaa ottaa kalsiumia luustosta jo ennen poikimista. Toisin sanoen kalsiumotto luustosta aktivoituu jo useita viikkoja ennen maidon tuotannon käynnistymistä. Kalsiuminotto luustosta on osa lehmän normaalia aineenvaihduntaa. (Seppänen 2013.)

Tanskassa on tutkittu zeoliitin merkitystä poikimahalvausten ehkäisyssä. Eräessä kokeessa eläimille annettiin zeoliittia kaksi viimeistä viikkoa ennen poikimista ja lopetettiin välittömästi, kun poikiminen näytti merkkejä alkamisestaan. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, lisääkö zeoliitin käyttö veren kalsiumpitoisuutta poikimishetkellä lainkaan. Tulokset osoittivat, että muutos ilman zeoliittia ruokittuun poikivaan lehmään oli merkittävä, mutta tulokset vaihtelivat merkittävästi annetusta zeoliittiannoksen koosta riippuen. Zeoliittia annettiin 14 vuorokautta ennen arvioitua poikimispäivää ja aina poikimispäivään asti. Tutkimus toteutettiin sekä antamalla zeoliittia 500 grammaa tai 250 grammaa päivässä. Kontrolliryhmässä 44 % kehitti poikimisen jälkeen joko varsinaisen poikimahalvauksen tai voimakkaita halvauksen oireita, 500

grammaa zeoliittia päivässä saaneista lehmistä sen sijaan vain 8 % saivat minkäänlaisia oireita tai eläinlääkärinä vaativan halvauksen. Uudessa kokeessa eläinten määrä oli molemmissa ryhmissä pienempi, ja zeoliittia annettiin eläimille vain 250 grammaa vuorokaudessa rehuun sekoitettuna. Kontrolliryhmästä 17 % sairastui poikimahalvaukseen ja zeoliittia saaneista 11 %. Ero näiden ryhmien välillä ei ollut enää niin merkittävä kuin kokeessa, jossa zeoliitti annos oli suurempi. Tutkimustuloksista pääteltiin, että zeoliitista on hyötyä poikimahalvauksen ehkäisyssä. Samassa tutkimuksessa ilmeni myös, että viljelijät kokivat haastavaksi, saada eläimet syömään riittävästi zeoliittivalmistetta. (Jorgensen & Theilgaard 2008.)

Suomessa on toteutettu vastaavanlainen tutkimus tilatasolla. Suomessa tutkimukseen osallistui 30 lehmää, jotka olivat poikineet kolme kertaa tai useammin eli kuuluvat poikimahalvauksen korkean riskin ryhmään. Kotimaisessa tutkimuksessa eläimille syötettiin kahdesti päivässä 250 grammaa valmistetta, jonka zeoliittipitoisuus oli 80 %. Eläimet saivat vuorokaudessa noin 400 gramman zeoliittiannoksen. Tutkimuksessa tulokset näyttivät, että kontrolliryhmästä 30 % sairastui ja valmistetta saaneista tutkimuseläimistä vain 10 %. (Seppänen 2013.)

3.4 Luvat

Tuottajaa vaaditaan rekisteröitymään rehualan alkutuotannon toimijaksi, mikäli hän harjoittaa tilallaan minkäänlaista rehuntuotantoa, käyttöä tai sekoitusta. Käytännössä tämä tarkoittaa, että Suomessa jokaisen tilallisen, jolla on minkäänlaista eläin- tuotantoa, tulee rekisteröityä Eviraan rehuntuottajaksi. Rekisteröinti ei kuitenkaan koske tiloja, joilta ei lähde eläinperäisiä tuotteita elintarvikkeeksi, esimerkiksi turkiseläimiä. Tämä rekisteröinti oikeuttaa tuottajan rehun tuotantoon sekä käyttämään kotoisia ja ostorehujia elintarviketuotantoeläinten ruokintaan. Lupa ei oikeuta sekoittamaan rehuun lisäaineeksi luokiteltuja aineita. (Rekisteröityminen rehualan alkutuotannon toimijaksi 2016.)

Euroopan komissio on hyväksynyt zeoliittien ryhmään kuuluvan sedimenttiperäisen klinoptiloliitin käytettäväksi eläinten rehujen lisäaineena vuonna 2013. Sedimenttiperäinen klinoptiloliitti hyväksyttiin lisäaineluokkaan: teknologiset lisäaineet. Teknologisilla lisäaineilla tarkoitetaan lisäaineita, joilla pyritään parantamaan jotakin tuotteen

ominaisuutta esimerkiksi koostumusta tai säilyvyyttä. Asetuksessa sedimenttiperäinen klinoptiloliitti hyväksyttiin myös funktionaalsiin ryhmiin sidonta- sekä paakkuuntumisenestoaineet. Funktionaalisilla lisäaineilla haetaan tuotteeseen terveyttä tai hyvinvointia edistäviä ominaisuuksia. (EU N:o 651/2013) Euroopan komission päätöksessä N:o 354/2014 luonnollinen klinoptiloliitti vapautettiin jatkuvaan käyttöön myös luonnonmukaisilla tiloilla, eli luomutiloilla.

Klinoptiloliitti luokitellaan rehussa käytettäväksi lisäaineeksi, josta johtuen sen lisääminen rehuun on rehun valmistusta eikä esimerkiksi rehun sekoittamista. Tämä täytyy ottaa huomioon rekisteröidytessä alkutuotannon rehuntuottajaksi. Rehun tuotanto, sekoittaminen, käyttö ja valmistus rekisteröidään tilalle samalla Eviran lomakkeella F. Lomakkeella F voidaan hakea rehun valmistuslupaa, mikä oikeuttaa valmistetun rehun käyttöön kotitalalla, ei myyntiin asti. Rekisteröityminen rehun valmistajaksi edellyttää tuottajaa noudattamaan Rehuhygieniasetuksen liitteiden 1 ja 3 lisäksi liitettä 2, joka sisältää tarkemman kuvauksen mm. laitteisto- ja laatuvaatimuksista. (Rekisteröityminen rehualan alkutuotannon toimijaksi 2016.) Edellä mainitut liitteet ovat julkaistu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 183/2005 yhteydessä. Liitteet ovat helposti löydettävissä myös EUR-Lex:in verkkosivuilta hakusanalla "rehuhygieniasetuksia".

3.5 Kuivitus

Kuivittamiselle navetassa on monia hyötyjä. Kuivikkeellinen lepopaikka houkuttaa nautaa makaamaan enemmän, sillä kuivike pehmentää makuualustaa ja siten helpottaa eläimen laskeutumista ja nousua. Mitä mukavammaksi eläin tuntee olonsa makuulla, sitä enemmän se viettää aikaa leväten ja märehtien. Tehokkaasti kuivitettu eläinsuoja auttaa myös eläimiä pysymään puhtaampana lannasta ja virtsasta. Kuivikkeilla voidaan sitoa navetta ilman hajuja, ja kosteus antaa myös erilaisille haitallisille mikrobeille ja homeille oivallisen kasvualustan. Mikrobin ja homeiden lisäksi myös esimerkiksi kärpäsen toukat ja kärpäset viihtyvät kosteassa. (Cook 2014.)

Suomessa zeoliittia markkinoidaan erityisesti kuivikelisänä. Zeoliitti sopii käytettäväksi perinteisten kuivikkeiden kuten turpeen tai kutterinpurun kanssa. Kuivikkeen

seassa zeoliitin on havaittu sitovan jonkin verran myös esimerkiksi ammoniakkia, vaikuttaen siten myös hengitysilman laatuun edistävästi. Zeoliitin avulla saadaan sidottua myös navetan kosteutta, jolloin tilat on helpompi pitää hygieenisempinä ja eläimet puhtaampina. Zeoliitti on pH arvoltaan hyvin neutraali ja siksi myös ystävällinen eläimen iholle. Zeoliittia käytetään myös rehun lisäaineena, joten se ei syötynäkään aiheuta haittaa eläimen ruuansulatukselle. Zeoliitti on havaittu olevan kaikin puolin haitaton ja turvallinen tuote käsitellä. (Kuivikelisät n.d.)

Ammoniakin aiheuttamat voimakkaat hajut sekä navettailman korkea kosteuspitoisuus vaikuttavat eläinten hyvinvointiin merkittävästi. Ammoniakki ärsyttää eläimen hengitysteitä ja silmiä. Edistettäessä eläinten hyvinvointia voidaan vaikuttaa positiivisesti myös eläimen elopainonkasvuun. Eräessä tutkimuksessa todettiin, että navettailman korkea ammoniakkipitoisuus voi vaikuttaa jopa eläimen saavuttamaan lopulliseen ruhopainoon. (Bozkurt 2006.)

Tutkimuksessa tutkittiin kuivikkeen sekaan käytetyn zeoliitin vaikutuksia eläinten elopainoon. Tutkimukseen osallistui 41 liharotuista nautaeläintä. Koe kesti neljä kuukautta ja eläinten painot punnittiin kuukausittain. Eläimet jaettiin kahteen ryhmään painon mukaan. Painavampien eläinten ryhmän kuivikkeen sekaan lisättiin zeoliittia, kevyempien eläinten kuivikkeen joukkoon ei. Eläimiä ruokittiin tismalleen samanlaisin menetelmin ja määrin. Eläimille oli rehua tarjolla koko ajan. Viikoittain zeoliittia lisättiin tutkimusryhmän kuivikkeen sekaan. Tutkimuksen lopputulos oli, että tutkimuseläimet olivat kerryttäneet elopainoa jopa kolmanneksen kontrolliryhmää paremmin. Lisäksi kontrolliryhmällä oli esiintynyt enemmän hengityselimistön oireita kuin tutkimusryhmällä. (Bozkurt 2006.)

Zeoliitin käytön ohjeistus vaihtelee jonkin verran eri myyjien välillä. Käyttöön otettaessa zeoliittia levitetään ensimmäisellä kerralla enemmän. Myöhemmin vaikutuksen ylläpitämiseksi sitä voidaan lisätä 1-2 kertaa viikossa tai tarpeen mukaan. Myyjästä riippuen kuivikkeen sekaan zeoliittia suositellaan lisättävän viikoittain noin 50-100 grammaa neliometriä kohden. (Kuivikelisät n.d.)

Zeoliittia voidaan myös lisätä suoraan kohtiin, joissa kosteus on erityinen ongelma esimerkiksi juoma-astioiden ympärillä. Zeoliittia markkinoidaan käytettäväksi nave-

tassa myös erityisen likaisiin kohtiin pehmentämään pinttynyttä likaa. Zeoliittia voidaan käyttää suoraan lietelantalaan lisäämällä sitä lietteen joukkoon esimerkiksi ilmastuksen yhteydessä. Zeoliittia käytetään myös kuivalantaloissa. Sekä liete- että kuivalantalassa zeoliitti sitoo hajuja ja kasveille arvokkaita ravinteita. (Zeolit-Ego käyttöohjeet n.d.)

4 Tutkimusasetelma

4.1 Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli saada selville konkreettisia luonnollisen zeoliitin käyttäjäkokemuksia suomalaisilta nautakarjatiloilta. Tavoitteena oli selvittää minkälaisiin kohteisiin tuotetta tiloilla käytetään, mitä ongelmia sillä mahdollisesti halutaan ratkaista, minkälaiset käyttötavat on havaittu hyödyllisiksi ja minkälaisia tulevaisuuden suunnitelmia käyttäjillä on zeoliitin suhteen. Näiden lisäksi haluttiin selvittää käyttöön liittyviä hyötyjä ja haasteita sekä mahdollisesti matkan varrella ilmenneitä yllätyksiä. Tavoitteena oli koota yhteen käyttäjäkokemuksia ja -ajatuksia mahdollisesti muille käyttäjille tai käytöstä kiinnostuneille.

4.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmäksi valikoitui teemahaastattelu. Laadullisessa tutkimuksessa ei esitetä suoria kysymyksiä, vaan haastattelut käydään keskustelemaan tyyliin muodostaen näin eheä ja kattava kokonaisuus tutkittavasta asiasta tai ilmiöstä. Teemahaastattelu on teemoin rakennettu haastattelukokonaisuus. (Kananen 2015. s.59)

Teemahaastattelu on mahdollinen tutkimusmenetelmä silloin, kun edes tutkija ei tunne tutkittavaa asiaa liian tarkasti ja siten johdattele haastateltavaa liikaa. Teemahaastattelu ei saa edetä tarkoin rajatuin kysymyksiin, vaan keskustelun edetessä voi nousta uusia kysymyksiä teemojen tiimoilta. Tutkittavien määrä ei ole laadullisessa tutkimuksessa oleellinen vaan aineistoa on riittävästi, kun uusi haastateltava ei enää tuo uutta tutkimuksen kannalta relevanttia tietoa. (Kananen 2015. s.148)

Teemahaastattelu valikoitui menetelmäksi, jotta vastaajat saisivat mahdollisimman vapaan tilan vastauksilleen, mutta haastattelun kulkua ohjaisivat kronologisesti jatkuvat teemat.

4.3 Tutkimuksen suunnittelu ja toteutus

Haastattelun pohjaksi valittiin teemat, joiden ympärille kehitettiin haastattelun avuksi kysymyksiä kt. liite 1. Kysymykset helpottivat haastattelun etenemistä ja niillä varmistettiin, että tutkimuksen kannalta merkittäviksi koetut asiat saataisiin selville kultakin haastatellulta eikä mitään tärkeää unohtuisi selvittää. Haastatteluja suunniteltaessa selvitettiin myös resurssit haastateltavien ja aikataulujen suhteen. Haastateltavaksi valikoitui ryhmä tilallisia, jotka olivat ostaneet ainetta käyttöönsä keväällä 2017. Haastateltavia oli alunperin yksitoista, joista kaikki olivat Keski-Suomen alueelta.

Aikataulua haastatteluille suunniteltiin sekä keväälle 2017 että syksyille. Keväällä zeoliitin käyttökokemukset olivat vielä niin vähäisiä, että nähtiin parhaaksi siirtää haastattelut syksyille. Haastattelut aloitettiin lokakuussa. Kaikki haastattelut ne suoritettiin loppuun kolmessa viikossa. Haastattelut suunniteltiin pidettävän puhelimitse, sillä näin uskottiin saatavan riittävästi tietoa kerättyä. Tilallisia tiedotettiin tekstiviestitse haastattelujen aloittamisesta, ennen puheluiden aloittamista. Lopulta tilallisia saatiin haastateltua kahdeksan. Yksi ilmoitti, ettei ole käyttänyt ainetta lainkaan, yksi kieltäytyi haastattelusta ja yhtä ei tavoitettu. Puhelut olivat kestoltaan 15-30 minuuttia. Vastaukset kirjattiin ylös käsin ja kirjoitettiin puhtaaksi välittömästi haastattelun jälkeen.

5 Tulokset

5.1 Käyttäjäkokeemukset

Haastateltavista kaikilla oli kokemuksia rakeisesta zeoliitista ja kolmella heistä myös zeoliittipulverista. Yksi haastateltavista oli kokeillut jo aikaisemmin eri maahantuojan pulverimaista tuotetta ja ottanut nyt kokeiluun raemaisen tuotteen. Haastateltavien käyttäjäkokeemukset perustuivat vaihtelevasti vain muutamasta kokeilukerrasta aina

säännölliseen käyttöön asti. Haastatellut käyttivät tuotetta vaihtelevasti jopa päivittäin tai vaihtoehtoisesti vain tarpeen mukaan silloin tällöin. Vastaajista kolme mainitsi käyttävänsä tuotetta lähinnä talvisin, kun eläimet ovat jatkuvasti sisällä. Vastaajilla oli käytössään vaihtelevasti eri kuivikkeita. Käytetyt kuivikkeet olivat kutteri, turve, sahanpuru tai joidenkin näistä sekoitus.

Haastateltavien käyttökohteet ja tavat vaihtelivat suuresti. Vastaajat käyttivät tuotetta kuivikkeen joukossa sekä lehmien että nuorkarjan alla, lietettä notkistamaan kaatamalla suoraan lietekuiluun, vähentämään liukkaita eläinten kulkureiteillä ja avaamaan tukoksia lannanpoistojärjestelmässä. Vain yksi haastateltavista oli kokeillut syöttää eläimille zeoliittiraetta.

5.2 Tuotteen koostumus

Vastaajilla käytössä ollut rae oli halkaisijaltaan 1-2 mm kokoista epäsäännöllisen muotoista murua. Rakenteelta zeoliitti on kovaa. Pulveri sen sijaan hyvin pientä jauhomaista ja rakenteeltaan hienoa. Raetta vastaajat kuvasivat hyvinkin "soramaiseksi" ja "hiekkaiseksi". Vastaajista kolme ku-



Kuvio 2 Klinoptiloliitti pulveri ja rae (Hexon 2017.)

vaili rakeen murustuvan ja muuttuvan liejumaiseksi kastuessaan. Vastaajat kokivat muutoksen olleen selkeästi silmin havaittavissa. Eräs vastaajista esitti, että hiekkamaista tuotetta tuntuu epäilyttävältä kaataa suoraan lietekuiluun. Pulverimaista valmistetta käyttäneet vastaajat kertoivat tuotteen pölisevän hurjasti, ja että tästä on myös varoitus tuotteen kyljessä. Pulveria kokeilleista kaksi koki pölyämisen jopa suureksi haasteeksi aineen käytössä. Pölystä aiheutui ongelmia navetan sisäilmassa ja pöly tarttui esimerkiksi navetan seiniin sotkevasti.

5.3 Kuivikkeen seassa

Kuivikkeen seassa rakeita oli käyttänyt haastateltavista viisi, joista jokainen oli kokeillut lehmien alla ja kolme käyttäjistä myös nuorkarjan alla. Rae sekoitettiin joko kuivikkeen joukkoon tai ripoteltiin erikseen kuivikkeen alle. Kuivikkeen lajilla ei ollut merkitystä käyttötapaan. Yksi haastateltavista ripotteli rakeita eläimen alle tulehdustapauksissa sekä parren ollessa erityisen kostea. Vastaajat odottivat zeoliitin käytön kuivikkeen joukossa auttavan pitämään kuivikkeen puhtaampana ja riittoisampana ja eläimien turkin puhtaampana.

Lehmien alle raetta kokeili käyttäjistä viisi, joista kolme oli lopettanut aineen käytön lähes välittömästi, sillä zeoliittirae oli aiheuttanut eläimille hiertymiä. Osalla eläimistä rae aiheutti turkin hankautumisen ja osalle jopa verelle asti päässeitä hiertymiä. Hiertymiä muodostui erityisesti eläinten polviin ja kintereisiin. Kaksi rakeita kokeilleista oli tilannut vastaavaan käyttöön pulverimaista valmistetta. Pulveria oli ehtinyt kokeilemaan kuivikkeen joukkoon toinen heistä. Pulverin kanssa ongelmaksi osoittautui voimakas pölyäminen, joten myös sen käyttö kuivikkeessa koettiin haastavaksi.

Lehmien lisäksi käyttäjät olivat kokeilleet tuotetta nuorkarjan ja vasikoiden alle sekä karsinoin, joissa on sekä kiinteä että rutiläpohja. Tällaisissa kohteissa, kuten vasikoiden alla, joissa kuiviketta käytetään enemmän, ei rakeinen zeoliittikaan aiheuttanut hankausta. Käyttäjistä neljä koki zeoliitin pitävän kuivikkeen pidempään kuivana ja puhtaana. Eräs haastateltavista kuitenkin painotti, että zeoliitti ei vähentänyt heidän tilalla siivouksen tarvetta, mutta teki siitä helpompaa.

5.4 Käyttö lietteen joukossa

Suoraan lantakuilun tukoksiin ainetta oli kokeillut haastateltavista neljä. Tukoksia tilojen lietelantakuiluissa aiheuttivat mm. erityisen kuiva lanta esim. nuorkarjatilojen kuiluissa. Zeoliittia kaadettiin tukokseen käyttäen esimerkiksi ämpäriä tai kauhaa. Lisäksi oli kokeiltu ripotella zeoliittia rutilöille runsaammin, jotta tukos lähtisi avautumaan, mutta tästä ei ollut hyötyä. Kolme käyttäjistä oli havainnut tukoksen juoksetuvan helpommin, mutta jokainen vastaajista koki silti, että tukos vaati avautuakseen aina myös vettä. Tukoksen avautumista pelkän zeoliitin avulla oli odotettu muutamasta tunnista noin vuorokauteen.

Ennaltaehkäisemään tukoksia ja hajuja lietteen sekaan ainetta oli kaatanut vastaajista kolme. Yksi haastateltavista käyttää zeoliittia säännöllisesti "kuivempien" eläinten kuten sonnien alle ennaltaehkäisemään tukoksien syntyä. Silminnähdessä huomattavia reaktioita tukoksissa oli huomannut haastateltavista vain yksi. Hän kuivaili aineen aiheuttaneen lietekäytävässä vaimeasti erottuvaa poreilua.

Lietesäiliöön pulverimaista tuotetta oli kaatanut käyttäjistä yksi. Hän koki, että liete ei kerrostunut yhtä nopeasti kuin ennen, muuta merkittävää eroa hän ei ollut toiseksi huomannut. Haastateltavista yhdellä oli jo aiempaa kokemusta eri maahan tuojan pulverimaisesta zeoliitista tukoksen avaamisen helpottajana. Haastateltava koki pulverimaisen tuotteen olleen tehokkaampi, eikä ollut kokenut pölyä merkittäväksi ongelmaksi sen kanssa.

5.5 Muita kohteita

Haastateltavista yksi käyttää zeoliittia säännöllisesti ritiläkäytävillä eläimiä liikutellessa. Haastateltava koki, että rakeiden hiekkamaisuus sekä kuivattavat ominaisuudet lisäsivät runsaasti pitoa eläinten sorkkien alla. Pitävällä pinnalla eläimiä on helpompi liikutella ja myös työturvallisuus lisääntyy. Haastateltava koki, että zeoliittia voi käyttää huoletta ritilöillä, koska sen päätyminen lietteen joukkoon ei aiheuta ongelmia.

Haastateltavista vain yksi oli kokeillut rakeita ruokintaan heittämällä rakeita suoraan ruokintapöydälle. Näin käytettynä eläimet kuitenkin onnistuivat menestyksekkäästi välttämään aineen syömisen. Eläimet eivät siis syöneet sitä riittävästi, jotta minkäänlaisia ruokinnallisia vaikutuksia olisi saatu. Lisäämällä zeoliittia ruokintaan oli koetettu estää rehusatojen välisistä laatueroista aiheutuvaa ripulia eläimillä.

5.6 Aineen hankinta ja tulevaisuus

Tuotetta tiloille oli toimitettu joko 1000 kg suursäkissä tai yksittäisissä 25 kg säkeissä. Zeoliitti tuote oli hankittu Koskenkylän pienviljelijä yhdistyksen hankintarenkaan kautta, joka osaltaan oli vaikuttanut vastaajien ostopäätökseen. Hankintarenkaan kautta aine saatiin edullisesti ja vaivattomasti.

Aineen hankintaan vaikuttavia syitä kysyttäessä haastateltavat mainitsivat mm. korkeilunhalun, alhaisen hinnan, hyvän kauppamiehen ja halun tukea paikallista yrittäjää. Osalla haastateltavista oli jokin ongelma, johon he hakivat ratkaisua zeoliitilla, esimerkiksi tukokset lietekuilussa. Haastateltavista lähes puolet kertoivat heti haastattelun alussa, että aineen käyttö on jäänyt vähälle ja kokemukset suppeiksi. Syiksi he kertoivat esimerkiksi aineen epäsopivuuden aiottuun käyttöön, kiireisen aikataulun sekä muistamattomuuden.

Zeoliittia markkinoidaan navetan sisäilman parantajana. Yksikään haastatelluista ei kuitenkaan ollut huomannut merkittävää eroa navetan sisäilmassa. Haastatelluista neljä kuitenkin epäili käyttävänsä ainetta niin harvakseltaan, että vaikutukset jäävät siksi vähäisiksi. Lisäksi vastaajat olivat sitä mieltä, että aineen vaikutuksen sisäilmaan havaitsee parhaiten talviaikaan, jolloin eläimet ovat enemmän sisällä ja esimerkiksi navetan ovia ja ikkunoita pidetään enemmän kiinni.

Haastateltavista yksi oli varma ettei enää osta tuotetta jatkossa. Yksi haastatelluista oli epävarma siitä ostaako tuotetta enää jatkossa käyttöönsä. He kokivat, että tuotteen hyötyjä ei ole juurikaan erotettavissa ja samoihin tuloksiin voitaisiin päästä ilman tuotettakin. Tuote ei toiminut toivotulla tavalla, tai sen käyttäminen oli hankalaa esimerkiksi pölyn vuoksi. Toinen vastaajista jäi erityisesti kaipaamaan silmien nähdä havaittavaa reaktiota.

Vastaajista kolme olivat erittäin tyytyväisiä tuotteeseen ja esittivät kiinnostuksensa ostaa ainetta jatkossakin. Tuotteeseen tyytyväiset vastaajat kokivat tuotteen palvelleen tarkoitustaan ja toimineen jopa paremmin kuin olettivat. He kokivat zeoliitin parantaneen esimerkiksi työturvallisuutta ja helpottaneen puhtaanapitoa. Haastateltavat kokivat tuotteen erittäin riittoisaksi ja kehuivat sen hinta-laatusuhdetta oivalliseksi. Jokainen haastateltava oli kuitenkin jatkossa valmis ottamaan vastaavia uutuuksia kokeiluunsa.

Vastaajista kaikki esittivät kiinnostuksensa zeoliitin vaikutuksista pellossa, ja miten zeoliitin käytön voisi huomata maaperäkokeista tai itse sadosta. Haastateltavista puolet olivat kiinnostuneita ottamaan tuotteen käyttöön myös ruokinnassa ja pitivät

sitä realistisena ajatuksena tulevaisuudessa. Rehulisänä zeoliitissa kiinnostaa erityisesti sen kyky sitoa haitallisia aineita sekä mahdollinen poikimahalvausta ehkäisevä vaikutus.

5.7 Johtopäätökset

Tutkimustulosten tarkasta sisällöstä ei ollut ennen haastattelujen aloittamista juurikaan ennakkokäsityksiä. Zeoliittia markkinoidaan kuitenkin hyvin moninaiisiin tarkoituksiin, joten oli tiedossa, että vastaukset vaihtelevat toisistaan mahdollisesti hyvin paljon. Tämä oletama osoittautui todeksi, sillä jokainen vastaaja käytti ainetta omalla tavallaan, vaikka tavoitteet ja toiveet olivat yhteneviä.

Saaduista tuloksista on havaittavissa selvästi zeoliitin käytön erilaisia haasteita. Vastaaajista yli puolet olivat kokeneet rakeisen tuotteen niin epäsopivaksi toivottuun käyttöön, että olivat ensimmäisten kokeilujen jälkeen lähes välittömästi lopettaneet tuotteen käytön. Esiin nostettuja ongelmia olivat rakeiden aiheuttamat hiertymät eläimillä sekä hiekkamaisuus, joka koettiin inhottavaksi kaataa lietekuiluun. Ratkaisuna raemaisuuteen vastaajat olivat ottaneet tai ottamassa kokeiluun hienomman tuotteen. Raemaisuuden ei myöskään nähty aiheuttavan ongelmaa eläimillä, joille käytetään paksumpaa kuivikekerrosta. Raemainen zeoliitti ei siis välttämättä sovi käytettäväksi navetassa, jossa kuiviketta käytetään niukasti. Kuivikkeen laadulla ei vastausten perusteella vaikuttanut olevan vaikutusta ongelmaan.

Hienomman zeoliitin ongelmat liittyivät runsaaseen pölyyn. Pölyn aiheuttamaan ongelmaan ei vastaajilla vielä ollut selkeää ratkaisua, ja esimerkiksi kuivikkeen joukkoon sitä ei ollut kukaan ottanut pysyvästi käyttöön, mutta suoraan lietekuiluun ja -säiliöön sitä oli osa vastaajista kaatanut. Vastaajat kertoivat uskovansa, että sekoittamalla esimerkiksi koneellisesti pulverin kuivikkeen joukkoon voitaisiin pölyävyydestä aiheutuvia haittoja vähentää. Vastaajat olivat pääosin kiinnostuneita kehittämään keinoja päästä hyödyntämään tuotetta jatkossa.

Zeoliitin vaikutuksia on vaikea konkreettisesti havainnoida. Vastauksista kävi ilmi, että silmin nähden havaittavia reaktioita ei ole juurikaan. Vain harva oli erottanut silmin nähden mitään merkittävää. Useat vastaajista olivat kiinnostuneita tulevista maaperänäyhteistä ja siitä, näkykö zeoliitin päätyminen lietteeseen millään tavoin

satomäärissä. Se, päättivätkö viljelijät jatkaa zeoliitin käyttöä tulevaisuudessa, ei ollut juurikaan kiinni tuotteen käytön haasteista vaan enemmän siitä, kannattaako käytön aiheuttama vaiva hyötyihin nähden.

Vastaajat, jotka olivat käyttäneen ainetta suoraan lietekuiluun esimerkiksi tukoksiin tai niiden ennaltaehkäisyyn, kokivat aineesta olleen pääosin hyötyä, tai ainakaan se ei ollut aiheuttanut minkäänlaisia lisäongelmia kuilussa. Yleensä tukosten avaamiseen jouduttiin kuitenkin käyttämän lisävettä, eli ainakaan valmiita tukoksia ei zeoliitti kyennyt avaamaan. Vastauksista kävi kuitenkin ilmi, että zeoliitti helpotti tukoksen avaamista ja toimi ennaltaehkäisevänä uusien tukoksien suhteen.

Zeoliitin markkinoidaan myös parantavan esimerkiksi navetan sisäilman laatua, vastaajat eivät kuitenkaan olleet huomanneet eroa zeoliitin käyttöönoton jälkeen. Vastaajista lähes jokainen uskoi kunnollisen ilmaston olevan avainasemassa sisäilman suhteen.

Tuotteen riittoisuutta kiittelivät useat vastaajat. Lisäksi he kokivat hinta-laatusuhteen kohtaavan. Vastaajat pitivät tuotteen parhaina ominaisuuksina riittoisuutta ja sen tarjoamia mahdollisuuksia kokeilla moniin eri tarkoituksiin ja kohteisiin erilaisin menetelmin. Erityisesti zeoliitissa viehättävätkin sen monikäyttöisyys ja mahdollisuudet. Vastauksista voi päätellä, että koetut hyödyt nähdään sopivina käyttöön vaadittujen resurssien vaihtokauppana.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa zeoliitista ja sen käytöstä naudakarjaloilla. Tavoitteena oli saada suomenkielinen tietopaketti zeoliitin käytöstä ja mahdollisuuksista. Työssä tutkittiin paikallisten tuottajien zeoliitin käyttöä tilalla mitä moninaisimpiin tarkoituksiin. Tietoperustaan saatiin kerättyä monipuolista tietoa, jonka pohjalta oli helppoa suunnitella tutkimushaastattelut. Tietoperustan valmistumisen myötä ainoaksi selkeäksi ennako-olettamaksi tuotteesta muodostui tuotteen monikäyttöisyys hyvin erityyppisissä kohteissa.

Tietoperustaa suunniteltaessa käytettiin hyväksi teemahaastattelussa käytettäviä teemoja, jotka suunniteltiin jo työn alkuvaiheissa. Tietoperustan keräämisessä oli

haasteita, jotka liittyivät mm. vieraskielisyyteen koskien erityisesti haastavaa kemiallista sanastoa osassa lähteistä. Tietoperustaan löytyi kuitenkin luotettavia lähteitä kohtalaisen monipuolisesti ja tietoa kerättiin siten, että sen avulla olisi mahdollista suunnitella tutkimusta tarkemmin.

Tietoperustaan kerättiin paljon aineistoa hyödyntäen zeoliitista tehtyjä tutkimuksia. Tällaisia lähteitä käyttäen saatiin helposti havainnoitua zeoliitin ominaisuuksia, mutta myös tuotteen käytöstä mahdollisesti saatavia hyötyjä. Zeoliitista tehtyjen tutkimuksien tulokset vaihtelivat suuresti keskenään. Osassa työssä esitellyistä tutkimuksista erot kontrolli- ja tutkimusryhmien välillä olivat selviä, mutta osassa tutkimuksista tulokset ryhmien välillä eivät eronneet toisistaan lainkaan tai vain hyvin vähän. Tietoperustassa on esitelty tutkimuksia, jotka ovat useilta vuosikymmeniltä ja hyvin eri tavoin toteutettuja. Tästä syystä tutkimuksia ei voi tai välttämättä kannata vertailla keskenään.

Työn tutkimusosioon keskeisiksi kysymyksiksi nousivat, kuinka ainetta käytetään ja onko käytöstä hyötyä? Tarkoituksena oli kerätä tietoa laajasti, välttämättä liian yksityiskohtaista ja pikkutarkkaa, jopa numeerista tietoa. Tällä periaatteella kasaan saatiinkin eheitä kokonaisuuksia, joista oli muodostettavissa selkeitä johtopäätöksiä. Tulosten perusteella voidaan tehdä havainto, että tuotteena zeoliitti on monikäyttöinen ja käytöllä voidaan sopivin keinoin käytettynä saavuttaa havaittavia hyötyjä esimerkiksi puhtaanapidon saralla. Tältä osin vastaukset vastasivat ennen tutkimusta syntynyttä ennako-olettaa. Tuloksista käy myös ilmi, että käyttäjät jakautuivat melko tasaisesti tyytyväisiin ja tyytymättömiin.

Haastatteluissa nousi esille selkeitä zeoliitin aiheuttamia haasteita kuin myös saavutettuja hyötyjä. Konkreettisia esimerkkejä vastaajien mainitsemista haitoista ja hyödyistä ovat muun muassa rakeiden aiheuttamat hiertymät ja toisaalta kuivikkeiden riittoisuuden lisääntyminen sekoitettuna riittävään määrään kuiviketta. Edellä mainitun kaltaisista vastauksista voitiin tehdä selkeitä johtopäätöksiä, joiden avulla nykyiset käyttäjät voivat mahdollisesti löytää keinoja hyödyntää tuotetta. Tulevien tutkimuksien kannalta saatiin myös arvokasta tietoa aiheista, jotka itse tuottajia eli tuotteen käyttäjiä, voisi zeoliitin käytössä kiinnostaa.

Opinnäytteessä tehdyn tutkimuksen suunnittelu aloitettiin hyvissä ajoin, sillä alkuperäinen tarkoitus oli toteuttaa haastattelut jo keväällä. Tutkimuksessa tärkeimmät resurssit koostuvat haastateltavien joukosta sekä tutkimuksen suunnitteluun ja toteutukseen käytetystä ajasta. Tutkimuksen suunnitteluun oli käytettävissä riittävästi aikaa ja tietoperustan pääosin valmistuttua oli riittävästi ennakkotietoa haastattelujen sujumiseksi toivotulla tavalla.

Tutkimuksen suhteen merkittävin haaste liittyi tuotteen nihkeään käyttöön tilatavalla. Haastattelut päätettiin vähäisen zeoliitin käytön vuoksi alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen siirtää kevästä syksyyn. Tämä nähtiin myös positiivisena, että käyttökokemuksia saataisiin myös kesän ajalta. Myös myöhemmin syksyllä haastattelujen yhteydessä havaittiin, että useat haastatelluista olivat käyttäneet zeoliittia vain hyvin satunnaisesti, osa vain muutamia kertoja. Tästä syystä johtuen vain harvalta vastaajalta saatiin pitkän aikavälin kokemuksia, myöskään ruokintaan liittyviä kokemuksia ei ollut aineistoksi asti. On vaikea arvioida vaikuttiko haastatelluista saatuihin tuloksiin ja tulosten jakautumiseen se, että käyttökokemusten määrä vaihteli suuresti vastaajien välillä. Vaikka käyttökokemusten määrät vaihtelivat, olivat haastatellut muulla tavoin lähtökohdiltaan hyvin samankaltaisia, ja tämä osaltaan helpotti tutkimuksen kulkua. Haastatelluilta saatiin kerättyä erityisen hyvin tietoa eri käyttökohteista ja -tavoista.

Tietoperustaan kerätyillä tiedoilla sekä saaduilla tutkimustuloksilla zeoliitista muodostui tietynlainen kuva tilan tuotannon tehostajana. Saatujen tietojen perusteella voidaan ehkä todeta, että zeoliitti ei välttämättä yksistään ratkaise ongelmia, vaan käytöllä voidaan edesauttaa ongelmien ratkaisua ja tehostaa oikean toiminnan tuloksia. Esimerkiksi zeoliitti ei sovi kuivikkeeksi yksinään, mutta kuivikkeen joukossa sillä voidaan parantaa kuivikkeen ominaisuuksia ja riittoisuutta.

Zeoliitin haasteita esimerkiksi markkinoinnin kannalta on, että se monikäyttöisyydestä huolimatta ei ehkä näytä riittävän selviä tuloksia riittävän nopeasti. Tuotteella ei ole esimerkiksi juurikaan silminnähtävien havaittavia vaikutuksia. Tällä hetkellä ei myöskään ole riittävästi tutkittua näyttöä käytön hyödyistä esimerkiksi pelloilla. Työssä zeoliitin käytölle löydettiin kuitenkin useita käyttöä suosivia ominaisuuksia ja tutkimustulosten perusteella voidaan zeoliitin yhdeksi valttikorteista lukea riittoi-

suus. Tuotteen edullinen hinta ja riittoisuus kannustavat kokeilemaan tuotetta mahdollisesti muihinkin kohteisiin kuin alkuperin aiottuun. Monikäyttöisyys takaa sen, että tuotteelle löytyy helposti käyttökohteita tilalta kuin tilalta.

Zeoliitti on tutkittavana aiheena kaikin puolin hyvin uusi sekä Suomessa että maailmalla, joten tutkittavaa riittää jatkossa. Opinnäytetyön tarkoitus oli kartoittaa käyttökohteita ja kerättyjä kokemuksia melko laajasti. Jatkossa syventyminen esimerkiksi erityisesti ruokinnassa tai maanparannuksessa käytettyyn zeoliittiin voi olla järkevää. Työn ohessa erityisesti heräsi kiinnostus tutkia zeoliitin vaikutuksia pellossa, sekä viljan kasvua seuraten, että maaperäkokeisiin syventyen.

Lähteet

- Bozkurt, Y. 2006. The use of Zeolite to Improve Housed Beef Cattle Performance by reducing ammonia accumulation in Small Farm Conditions. Isparta: Suleymna Demiral University. Viitattu 3.9.2017.
<http://scialert.net/qredirect.php?doi=ajava.2006.60.64&linkid=pdf>.
- Carson, J. & Phillips, L. n.d. Soilquality. Viitattu 30.12.2017.
<http://soilquality.org.au/factsheets/soil-nitrogen-supply>.
- Cook, N.B. 2014. Cow Comfort and health. University of Wisconsin-Madison Viitattu 2.10.2017. <http://articles.extension.org/pages/26035/cow-comfort-and-health>.
- Ellä, A., Jaakkola, S., Karlström, T., Karttunen, J., Kokkonen, T., Kyntäjä, J., Nokka, S., Nousiainen, J., Palva, R., Rinne, M., Sairanen, A. & Vanhatalo, A. 2010. Lypsylehmän ruokinta. Hämeenlinna: Proagria Keskusliitto.
- Eteläaho, S. 2018. Kotikuva-albumi. Keuruu.
- Haikarainen, I. 2017. Mikä on kationinvaihtokapasiteetti? Etelä-Savon Proagria. Viitattu 20.12.2017. https://etela-savo.maajakotitalousnaiset.fi/sites/default/files/attachment/15.3.2017_iina_haikarainen_kationinvaihtokapasiteetti.pdf.
- Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. 2001. Maa, viljely ja ympäristö. 1.-3.p. Helsinki: WSOY
- Hexon. 2017. ZETA Kuivikelisä. Hexon. Viitattu 18.1.2017. <https://www.hexon.fi/zeta-kuivikelisa-200m-p355>.
- Inglezakis, V.J. & Zorpas, A. 2012. Handbook of natural Zeolites. Bentham Science Publishers.
- Insung, O., ter Meulen, U. & Vearasilp, T. N.d. Effects of Using Diatomite and Zeolite in Feed on Rumen Fermentation and Blood Parameters of Cattle. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture Chaiangmai University. Viitattu 20.11.2017. <http://scitech.rmutsv.ac.th/dr.ongarge/research/fore-research%2015-28/fore15.pdf>.
- Joki-Tokola, E. N.d. Miten saan lannan ravinteet mahdollisimman tehokkaasti hyötykäyttöön peltoviljelyssä – mitä tekniikkaa se vaatii?. Ruukki: MTT. Viitattu 20.9.2017. <http://www.oamk.fi/hankkeet/vene/docs/rehuseminaari/jokitokola>.
- Jorgensen, R.J.& Theilgaard, P. 2008. Reducing the risk of milk fever (parturient hypocalcaemia) by supplementing dry cow rations with zeolite (synthetic sodium aluminium silicate). University of Copenhagen. Viitattu 13.9.2017. <http://www.x-zeolit.com/media/11168/danish-field-trials.pdf>.
- Junnola, N. & Peltonen, S. 2013. Kasvien ravinteiden otto, sadon ravinteet ja sadon määrän arviointi. Proagria. Viitattu 4.1.2018.
<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B64365B39-84C2-4909-ABA4-BF52D7E935B1%7D/55836>.
- Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas : näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

- Kekäläinen, I. 2016. Nitraattiasetus ja sen tulkinta. Kuopio: Savonia-Ammattikorkeakoulu Viitattu 20.9.2017.
http://ravinnerenki.savonia.fi/images/Nitraattiasetus_ja_sen_tulkinta_Kekalainen.pdf.
- Kuivikelisät. N.d. Zeoliitti. Viitattu 4.10.2017.
<https://www.zeoliitti.fi/page/kuivikelisat>.
- Mumpton, F.A. N.d. Using Zeolites in Agriculture. Department of the Earth Sciences, Brockport: State University College. Viitattu 10.1.2017.
<https://www.princeton.edu/~ota/disk2/1985/8512/851210.PDF>.
- (EU)N:o 354/2014. Komission täytäntöönpanoasetus luonnonmukaisesta tuotannosta ja luonnonmukaisesti tuotettujen tuotteiden merkinnöistä annetun neuvoston asetuksen (EY) N:o 834/2007 soveltamista koskevista yksityiskohtaisista säännöistä luonnonmukaisen tuotannon, merkintöjen ja valvonnan osalta annetun asetuksen (EY) N:o 889/2008 muuttamisesta ja oikaisemisesta EUR-Lex-tietokanta. Viitattu 20.9.2017. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0354>
- (EU)N:o 651/2013. Komission täytäntöönpanoasetus sedimenttiperäisen klinoptiloliitin hyväksymisestä kaikkien eläinlajien rehun lisäaineena ja asetuksen (EY) N:o 1810/2005 muuttamisesta. EUR-Lex-tietokanta. Viitattu 20.9.2017. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32013R0651>.
- Nousiainen, J. N.d. Mikä on sopiva maidon ureapitoisuus? Maito ja me. Viitattu 26.11.2017. <http://www.maitojame.fi/articles/mika-on-maidon-sopiva-ureapitoisuus/2379474>.
- Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. 2009. Maan vesi- ja ravinnetalous. Ojitus, kastelu ja ympäristö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.
- Polat, E., Karaca, M., Demir, H. & Naci Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (Clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 12. Viitattu 5.9.2017.
[http://www.nysolutionsltd.es/USE%20OF%20NATURAL%20ZEOLITE%20\(CLINOPTILOLITE\)%20IN%20AGRICULTURE.pdf](http://www.nysolutionsltd.es/USE%20OF%20NATURAL%20ZEOLITE%20(CLINOPTILOLITE)%20IN%20AGRICULTURE.pdf).
- Pyörälä, S. & Tiihonen, T. 2005. Typpimetabolia ja sen häiriöt. Nautojen sairaudet. Viitattu 18.1.2018.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/08_typpimetabolia_ja_sen_hairiot.pdf?sequence=12.
- Raskasmetalli- ja typpilaskeuma Suomessa. n.d. Luonnonvarakeskus. Viitattu 29.12.2017. <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/raskasmetalli/kartta-typpi.htm>.
- Rehakova, M., Cuvanova, S., Dzivak, M., Rimar, J. ja Gaval`ova, Z. 2004. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. Kosice: University P.J. Safarik. Viitattu 2.9.2017. <https://www.kmizeolite.com/wp->

content/uploads/2016/12/Rehakova_Agricultural-and-agrochemical-uses-of-natural-zeolite.pdf.

Rehun lisäaineiden ja esiseosten käyttö tilalla. 2016. Elintarviketurvallisuusvirasto EVIRA. Viitattu 27.9.2017. <https://www.evira.fi/elaimet/rehut/rehualan-toiminta/viljelijat-ja-kotielaintuottajat/rehun-lisaaineiden-ja-esiseosten-kaytto-tilalla/>.

Rekisteröityminen rehualan alkutuotannon toimijaksi. 2016. Elintarviketurvallisuusvirasto EVIRA. Viitattu 27.9.2017. <https://www.evira.fi/elaimet/rehut/rehualan-toiminta/viljelijat-ja-kotielaintuottajat/rekisteroityminen-rehualan-alkutuotannon-toimijaksi/>.

Seppänen, S. 2013. X-zelitin vaikutus poikimahalvauksen esiintymiseen - tilakoe. Pro Gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto, biologian laitos. Viitattu 12.9.2017. http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20130724/urn_nbn_fi_uef-20130724.pdf.

Sherwood, D., Erickson, G. & Klopfensten, T. 2005. Effect of Clinoptilolite Zeolite on Cattle Performance and Nitrogen Volatilization Loss. Animal Science Department, University of Nebraska. Viitattu 19.1.2018. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1176&context=animalscinbcr>.

Ylivainio, K. 2013. Eri lantalajien fosforin ja typen liukoisuus ja käyttökelpoisuus kasvintuotannossa. MTT. Viitattu 20.9.2017. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B6A669F52-8D92-4592-AF9F.../91315>

Ypyä, J. 2013. Typen kiertokulku maataloudessa. Nuts -verkkosivusto. Viitattu 20.9.2017. <http://nutrient.fi/fi/content/typen-kiertokulku-maataloudessa>.

Zeoliitti pyykinpesuaineissa. n.d. Teknokemian yhdistys Ry. Viitattu 3.1.2018. http://www.teknokemia.fi/fin/pesu-ja_puhdistusaineet/pesuaineiden_puheenaiheita/zeoliitti_pyykinpesuaineissa/.

Zeolit-Ego käyttöohjeet. N.d. Suomen Ympäristö-Pro Zelit. Viitattu 4.10.2017. <http://xn--suomenympristpro-3nb24a.fi/index.php/zeolit-ego-eri-tarkoituksiin/zeolit-ego-nautatiloille>.

Liitteet

Liite 1. Haastattelupohja

Teema	Tarkentavia kysymyksiä
Lähtötiedot	Parsi vai pihatto? Eläinlukumäärä? Lypsy vai liha?
Käyttö	Mihin? Milloin? Mikä kuivike? Rakeita vai pulveria? Ruokinta? Appeeseen? Miksi ruokintaan?
Kokemukset	Haittoja? Hyötyjä? Pölinä, hiertäminen, haju tai kosteuden sitominen?
Tulevaisuus	Aikooko ostaa jatkossa? Loppu sanat, ajatuksia?