

Työpaketti 3. Typpiylijäämän ja ammoniakkipäästöjen tilatason mallinnus

Auvo Sairanen, Luke Maaninka, 31.5.2015

Tilamallin pohja on tehty Excelillä ja on vapaasti tarkasteltavana LyVan web sivuilla. Osoite tulee olemaan www.karpe.fi/lyva. Tällä hetkellä sivut on nähtävillä osoitteessa <http://www.dataseed.fi/demo/karpe/lyva/index.php>

Sisällys

| | |
|--|---|
| Mallin toimintaperiaate..... | 2 |
| Mallin rajoitteet | 2 |
| Mallin antama tuloste | 3 |
| Mallin yksityiskohtaiset huomiot | 4 |
| Satofunktiot | 6 |
| Nurmet..... | 6 |
| Kokovilja..... | 6 |
| Tulokset | 7 |
| Viitteet..... | 7 |

Mallin toimintaperiaate

Tilamallin periaatteena on, että kaikki tarvittavat lähtötiedot annetaan Lähtötiedot-sivulla ja mallin tulokset on koottu Tulokset-sivulle. Karja-, Pelto- ja Ravinnetasesivuilta voi tarkastella laskennan välituloksia, mutta näille ei tallenneta mitään. Ohjelmateknisestä syystä johtuen valitun tuotantostrategian ruokintatiedot joudutaan kopiaimaan käsin Lähtötiedot sivulta Karja-sivun alkuun.

Funktiot-sivulle tullaan kokoamaan tietokantamuotoisesti kaikki mallin käyttämät funktiot ja vakiot. Käyttäjän muutettavissa olevat vakiot sijoitetaan Lähtötiedot sivulle. Ravinnepäästöihin ja eritykseen liittyviä funktioita löytyy esim Normilanta, EnreBeef, erityslaskenta ja kansallisesta N-mallihankkeista. Nurmen kasvumalli- ja typpilannoitusfunktiot tulevat MalliNurmi ja NuRa – hankkeista. LyVa:ssa ei kehitellä uusia funktioita, mutta hyödynnetään toisten hankkeiden sisältöä. Tällä hetkellä työn alla on ravinne-erityksen osalta kumppanuushankkeiden funktioiden dokumentointi ja koonti kirjastoksi.

LyVan funktiosivu on luokiteltu kokonaisuuden hallinnan helpottamiseksi asialuokkiin, esimerkiksi ”eritys” ja ”ruokintanormi”. Rakenteen avulla LyVa:n kaavojen päivitys helpottuu. Vakion tai funktion muuttuessa ko rivi päivitetään ainoastaan yhteen kohtaan mallissa. Funktiot dokumentoidaan ja kuvaillaan samalla.

LyVa tilamalli perustuu Lypsikki-ruokintamallilla laskettuihin eri rehuntuottostrategioiden rehunkulutus- ja tuotantoennusteisiin. Strategioita on alkuvaiheessa faktoriaalisesti 18 kpl: 2 N-lannoitustasoa, 3 lisävalkuaiastasoa ja 3 karkearehuntuotantostrategiaa.

Lannoitustasot; korkea ja matala

Lisävalkuaiastasot; ei lisävalkuaiasta, normivalkuainen, korkea lisävalkuainen

Karkearehustrategia; nurmirehu, nurmi+apila, nurmi+kokovilja

LyVa sinällään pystyy laskemaan ravinnetaseen mille tahansa maidontuotantostrategialle, mutta näiden strategioiden ruokinnat annetaan luokkamuuttujina. Hankkeen loppuvaiheessa LyVa ja Lypsikki-mallit on mahdollista yhdistää, jolloin luokkarajoitteesta päästään eroon. Samalla kokonaisuuden hallinta tulee kuitenkin huomattavan vaativaksi, eikä onnistu ilman erikoisosaamista.

Mallissa tuotantostrategiat ovat luokkamuuttujina. Karjan pitkäikäisyys, peltojen N-lannoitustaso ja peltojen kasvukunto ovat esimerkkejä mallin jatkuvista muuttujista.

Mallin rajoitteet

Malli lähtee liikkeelle tuotantostrategian vaatimasta rehustuksesta. Rehut tuotetaan tilan omilla pelloilla ja tarvittava pinta-ala joustaa. Satotaso annetaan suhdelukukuna 0-1, jolloin 1 tarkoittaa tuotosfunktion mahdollistamaa maksimisatota. Pinta-ala muuttuu satotason mukaan. Samoin peltoala muuttuu eläinmäärän mukaan. Tämä vastaa todellisuutta siltä osin, että karjan vaatima vilja

ja säilörehu on kuitenkin aina tuotettava jossain ja karjan tuottama liete on aina sijoitettava jonnekin. Tässä muodossaan LyVa malli ei ota kantaa pellon omistussuhteisiin.

Kaikissa strategioissa tuotetaan kaikki tarvittava säilörehu ja vilja itse. Tuotantostrategioihin olisi mahdollista lisätä myös ostoviljavaihtoehto, jolloin lietettä joudutaan siirtämään peltoalan vähenemistä vastaava määrä tilan ulkopuolelle. Kokovilja on mukana kokoviljavaihtoehdossa. Rypsirouhe on mukana ostopanoksena samalla tavalla kuin mineraalilannoitteet. Rypsin vaatimaa viljelyalaa ei laskelmassa huomioida.

Lähtökohtaisesti viljelykasveille annetaan lietettä ympäristötukiehtojen mukainen maksimi levitysmäärä ja puuttuvat ravinteet annetaan ostolannoitteina. Malli olettaa, että liete levitetään elokuun loppuun mennessä, jolloin seuraavalle kasvukaudelle siirtyvää tyyppiä ei tarvitse ottaa huomioon. Pellon kantavuudesta (sadekesä, puutteellinen ojitus) riippuen tämä ei välttämättä ole käytännössä mahdollista. Olosuhteiden rajoittaessa levitystä tilanne joudutaan hoitamaan lietteen kuljetuksella yhteistyötiloille.

Fosforikiertoa ei sisällä mallinneta, mutta fosfori pitäisi ottaa mukaan lietteen maksimikäyttömäärää rajoittavana tekijänä. Fosfori ei yleensä rajoita lietteen maksimikäyttömäärää, mikäli peltojen viljavuusfosfori ei ole korkea.

Mallin sisältämien muuttujien määrä pidetään mahdollisimman pienenä. Peltoviljelyn osalta mukaan ei oteta esimerkiksi eri maalajeja. Kasvivalikoima on rajattu perusvaihtoehtoihin. Tarpeen mukaan rehuvalikoimaa voidaan laajentaa, mutta mallin käytettävyyden ja resurssien rajallisuuden vuoksi laajennukset täytyy olla hyvin perusteltuja ja lopputuloksen kannalta oleellisia.

Mallin antama tuloste

Mallin lopputulos koostetaan sovelluksen Tulokset-välilehdelle. Välilaskennan tuloksia voi tarkastella Karja-, Pelto- ja Ravinnetaseosioissa. Hankesuunnitelman tavoitteiden mukaisesti LyVa laskee ennalta määritetyn tuotantostrategian mukaisen tilan tyyppierron ja ammoniakkipäästöjen suuruuden. Muita ravinteita malli ei käsittele. Välituloksena saadaan haluttuja massataseita ja esimerkiksi varastojen kokoja. Massataseet perustuvat aineen häviämättömyyden periaatteelle; kaikki mikä tulee systeemiin sisään, myös sijoitetaan jonnekin. Sijointipaikka riippuu käytettävistä funktioista ja kertoimista. Malli lähtee liikkeelle yksikertaisista perusasioista ja yksityiskohtia lisätään käytettävissä olevan ajan ja esiin tulleiden tarpeiden mukaan.

Malli antaa tulokseksi N ylijäämän hehtaaria kohti. Jos viljalle tavoitellaan maksimisatoa 4 000 kg/ha, joudutaan lietteen käyttömäärää viljanviljelyssä rajoittamaan ja tila ei voi hyödyntää kaikkea lietemäärää omilla pelloillaan. Tulostus antaa tilan ulkopuolelle sijoitettavan lietteen määrän. Negatiivinen lietetase ilmaisee, että lietteen typpimäärä ei ole riittänyt kaikille lohkoille maksimilevitysmäärän mahdollistamiseksi.

Euromääräisesti malli pystyy laskemaan myös valitun strategian maitotuotto-rehukustannus erotuksen. Kiinteitä kustannuksia talousosio ei sisällä. Rehujen hintana käytetään tuettua tuotantokustannusta. Työn osuus huomioidaan ainoastaan rehujen tuotantokustannuksen mukana

tulevana osana. Taloustarkastelu mahdollistaa valittujen tuotantostrategioiden suhteellisen kustannusvertailun, ei tuotannon absoluuttista kannattavuutta.

Mallin yksityiskohtaiset huomiot

Ruokinta

Eri säilörehusadot pitää laskea tilan keskimääräiseksi sadoksi, koska tuotantostrategioita ei ole eri sadoille. Strategiana on kolme niittoa ja satojen suhteeksi on arvioitu ensimmäiselle sadolle 40 % ja jälkisadoille 60 %. Mallin ruokintavaihtoehtoihin olisi mahdollista lisätä esimerkiksi pelkästään ensimmäisen niiton nurmirehun. Tulosta ei kuitenkaan voi yleistää koskemaan koko vuotta, ellei esimerkkistrategian mukainen tila tee säilörehua ainoastaan ensimmäisestä sadosta.

Säilörehujen kolmannella sadolla on käytetty 2-niiton arvoja, jotta syysadon tuotannollista arvoa ei yliarvioitaisi. Väkirehu on ohra/kauraseos (50:50) ja valkuaisrehuna rypsirouhe.

Umpilehmien ruokinnasta ainoastaan umpikauden väkirehumäärää voi muuttaa. Väkirehun rypsirouhepitoisuus on vakioitu 20 % väkirehun kuiva-aineesta. Tunnetuskauden pituus on vakioitu 3 viikoksi ja umpikauden kokonaispituus riippuu lähtötiedoissa annettavasta tuotantokauden pituudesta. Laskenta on kalenterivuosi jolloin tuotantokausi + ummessaoloaika on aina 365 vuorokautta. Umpilehmien karkearehu sisältää saman määrän kokoviljaa kuin mitä lypsylehmillä käytetään.

Hiehojen ruokinnassa karkearehut ovat samoja kuin mitä lypsylehmillä käytetään. Hiehojen ruokinnan väkirehuprosentti annetaan Lähtötiedot-välilehdellä. Väkirehun rypsirouhepitoisuus on vakioitu 10 % väkirehun kuiva-aineessa.

Typen erityis

Typen erityksessä käytetään Nousiainen et. al. (2011) julkaistuja yhtälöitä. Erityis perustuu lehmien kuiva-ainesyönttiin ja rehustuksen raakavalkuaispitoisuuteen. Lypsylehmille on oma laskentakaava. Ummessaoleville ja nuorkarjalle käytetään samaa kaavaa (Nousiainen et. al. 2009). Kaavat huomioivat typen jakaantumisen virtsaan ja sontaan dieetin RV pitoisuuden muuttuessa. Lypsylehmien osalta LyVa mallin laskentaperiaate on, että kokonaistypensannista vähennetään maidon, välitysvasikoiden ja teuraseläinten mukana poistuva typpi. Jäljelle jäänyt typpi jaetaan sonnan ja virtsan kesken edellä mainitun julkaisun kaavojen perusteella lasketulla suhteella. Laskentakaava ei huomioi hilseen ja karvankasvun mukana poistuvaa typpeä. Erotuslaskennan vuoksi näiden komponenttien sisältämä typpi sisältyy sonnan ja virtsan tyypeen.

Umpilehmien osalta kokonais-N saannista vähennetään sonnan osuus ja erotus menee virtsaan. Vasikan kasvun osuus puuttuu vielä.

Kasvavien hiehojen osalta oletetaan elopainon kasvuksi 0,7 kg/pv. Yksi kilo elopainoa sisältää 25 g tyyppiä, joten tyypin pidättyminen on 17,5 g /pv. Hiehojen kokonais N saannista vähennetään pidättyminen ja jäljelle jäävä N jaetaan sonnan ja virtsan osuuksien mukaan.

Lietteen käyttö

Lähtötiedoissa on mahdollista rajoittaa lietteen käyttöä alentamalla lietteen kokonaistypen määrää/ha. Lietteen ravinnepitoisuuksina käytetään taulukkoarvoja. Viljalle annetaan runsasmultaisen maan mukaan mineraalityyppiä 50 kg ha ja lietteen liukoista tyyppiä 40 kg/ha oletussatotavoitteena 4000 kg/ha. Kokoviljalle annetaan nitraattidirektiivin mukaisesti 170 kg N kokonaistyyppinä ja max 20 kg N ostotyyppiä (=120 kg liuk N/ha). Loppu liete sijoitetaan nurmelle.

Lietteen käyttömahdollisuudet riippuvat satotasosta. Jos satotaso lasketaan, lisääntyvät tarvittavat peltohehtaarit. Liete saadaan helpommin sijoitettua. Tilanne tietysti alentaa ravinteiden käytön hyötysuhdetta per tuotettu rehukilo.

Periaatteena laskelmassa on, että käytettävissä olevasta lietteestä sallittu maksimimäärä annetaan nurmelle. Ylijäävää osuutta tarjotaan seuraavaksi kokoviljalle ja lopuksi vilja-alalle. Mikäli liete ei mahdu em aloille jää lietettä yli tarpeen ja tulostuu riville ”siirrettävä tilan ulkopuolelle”.

Malli ei sisällä vielä fosforirajoitusta. Viljalle käytettävä maalaji on multava hiesu ja P-luokka välttävä. Tämä vastaa yleisintä Pohjois-Savolaista tilannetta. Vilja-alalle saa antaa enintään 16 kg P/ha/v. Tämä rajoittaa lietteen sijoitusta viljalle enemmän kuin tyyppi. Kun liete ei mahdu jakojäännöksenä vilja-alalle, niin se jää siirrettäväksi tilalta pois. Tai nurmen satotaso on pienennettävä, jotta nurmiala pystyy hyödyntämään tuotetun lietemäärän. Fosfori rajoittaa nurmen satotason maksimissaan tasolle noin 10 tn ka/ha, luku pitää vielä tsekata.

Malli toimii myös tiloilla, joilla ei ole omaa viljanviljelyä. Tässä tapauksessa viljalle annettava P ja N määrä on nolla kg/ha. Tila voi ostaa tarvitsemansa viljan naapurilta, mutta ei voi etäisyyden vuoksi palauttaa lietettä. Tässä tapauksessa nurmen satotaso saa olla korkeintaan 5 tn ka/ha, jotta liete mahtuu kokonaan nurmialalle.

Lietteen tyypin liukoisuuden huomioiminen lisää hehtaaria kohti annettavan kokonaistypen määrää per ha ja samalla lisää taselaskelmassa N ylijäämää.

Talous

Malli sisältää karkean laskelman eri tuotantostrategioiden maitotuotto – rehukustannus ylijäämästä. Lukua voidaan hyödyntää verrattaessa samalla työmäärällä ja samalla konekannalla toteutettuja strategioita keskenään. Tuotoissa ja kustannuksissa huomioidaan käytettävät tuet, koska ne ovat sidottu peltoalaan ja maidon tuotantomäärään. Laskelma on arvonlisäveroton, koska alv ei ole tuotantotoiminnan tulo eikä kulu.

Laskennassa käytetään rehujen hintana kotovaraisen rehun tuotantokustannusta ilman tukia. Tuet huomioidaan erikseen tuloissa. Laskentaperiaatteen mukaisesti ainoastaan kivennäinen ja lisävalkuaisrehu ostetaan tilalle. Malliin voitaisiin lisätä myös ostovilja, jolloin hallinnassa oleva

peltoala ja sen mukana peltotuki pienenee. Vastaavasti ostovilja on tilalla tuotettua viljaa edullisempaa.

Tarkempi kustannuslaskelma ei sisälly LyVa hankkeeseen. Mallin tuloksia voidaan kuitenkin hyödyntää osana mahdollisesti muualla tehtävää talouslaskelmaa.

Satofunktiot

Nurmet

Satofunktio perustuu Luke Maaningan typpilannoituskoesarjaan, josta syksyllä 2017 on mukana kaksi koevuotta (Kykkänen 2017). Maatilasadon määräksi on arvioitu keskimäärin 70 % koeruutusadoista. Maatilojen parhailla lohkoilla päästään jopa koeruutuja parempiin satoihin. Malliin pyritään kuitenkin valitsemaan keskimääräisiä olosuhteita.

Koeruutujen satofunktio on $y = -0.0577x^2 + 48.2x + 3927$, jossa y on kuiva-ainesato kgka/ha ja x on typpilannoitus N kg/ha. Funktio on vain hieman käyräviivainen välillä 0-240 kg N.

Maaningan koesarjan mukaan nurmen RV pitoisuuden funktio on $y = 0.1285x + 95.5$, jossa y on nurmen RV g/kgka ja x on typpilannoitus.

Typpitasoina nurmilla käytetään ympäristötukimaksimia 240 kg/ha liukoista typpeä (vähämultainen/multava maa, kolme niittoa) ja alennetulla lannoitustasolla 120 kg N/ha. Nitraattidirektiivin maksimi olisi 250 kg N/ha. Fosforilannoitusta malli ei muuten sisällä kuin maksimimäärärajoituksena 325 kg P/ha viiden vuoden keskiarvona.

Typpilannoituksen mukaisiksi satotasoina tulee 6900 kgka/ha ja 8700 kgka/ha. Vastaavasti säilörehun RV pitoisuuksiksi tulee 115 g N/kgka ja 126 g N/kgka. Pitoisuudet ovat matalia verrattuna Artturi analyysien keskiarvoon 139 g N/kgka vuosina 2014-2016. Yksi selitys maatilojen korkeampaan N-pitoisuuteen on karjanlannan käyttö, joka puuttuu koeruuduilta. Koetulosten keskiarvoa on skaalattu ylöspäin 17 % siten että keskiarvoksi tulee 139 g N/kgka. Tällöin lannoitusvaihtoehtojen N pitoisuudet ovat matalalla lannoitustasolla 130 ja korkealla lannoitustasolla 148 g N/kgka.

Kokovilja

Kokoviljana käytetään ohraa. Keskimääräinen koeruutusato ohralla on InnoNauta –hankkeen kokeiden mukaan 9000 kgka/ha (Huuskonen 2014). Käytettäessä 25 % maatilavähennystä satotasoksi saadaan 6800 kgka/ha. Yksivuotisena kasvina kokoviljan satovarmuus nurmiin verrattuna on parempi (ei talvehtimisvaurioita) ja maatilavähennys voi olla nurmia pienempi.

Kokoviljoilla on myös muita, satoisampia vaihtoehtoja. Satoisuuden vastapainona miinuspuoliksi tulee sulavuuden aleneminen tai epävarmuustekijät viljelyssä, esim lakaisuus tai tautiongelmat.

Tuotantostrategiat

Apilan käyttö

Apilan oletuksena on kaksi niittoa. Matala lannoitustaso ei saa ostotyypeä ollenkaan ja lietteen liukoista maksimin 170 kg kok N (103 kg liuk N). Korkea lannoitustaso 170 lietteen kok N + 50 kg N ostotyypeä. Apilan osuus ensimmäisessä niitossa on 25 % ja toisessa niitossa 50 %. Korkea lannoitustaso saa väkilannoitetyyppiä 120 kg N/vuosi.

Kokovilja

Kokoviljana käytetään ohraa, jonka NDF on 500 g/kgka. Strategiassa kokoviljan osuus on 40 % ja nurmirehu on ensimmäisen ja toisen niiton seos suhteella 50:50. Nurmirehu sama kuin nurmistrategiassa. Kokoviljastrategian nurmi voi käytännössä hieman erota nurmistrategiasta, jossa tavoitellaan 3 niittoa.

Tulokset

Viitteet

Huuskonen, A. 2014. Kehitystä naudanlihantuotantoon –loppuraportti. MTT Raportti 167.

Kykkänen, S. ym 2017. Nurmen typpilannoitus. Koesarja kesken.

Nousiainen, J., Rinne, M. & Huhtanen, P. 2009. A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 1. The effects of forage and concentrate factors on total diet digestibility. J. Dairy Sci. 92:5019–5030.

Nousiainen, J., Tuori, M., Turtola, E. & Huhtanen, P. 2011. Dairy farm nutrient management model. 1. Model description and validation. Agricultural Systems 104:371–382.