

# Nurmisäilörehun korjuuajan merkitys ruokinnansuunnittelussa

Auvo Sairanen<sup>1)</sup> ja Marketta Rinne<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>*Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, etunimi.sukunimi(at)mtt.fi*

<sup>2)</sup>*Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT, Animale, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi(at)mtt.fi*

## Tiivistelmä

Nurmirehujen korjuun ajoitukseen vaikuttavat monet tekijät. Tärkeimpiä näistä ovat tavoiteltu rehuarvo, kesän sääolosuhteet ja käytettävissä oleva korjuuketju. Karpe-hankkeessa tutkittiin ensimmäisen niiton myöhästyttämisen vaikutusta nurmen satoon, rehuarvoon ja tuotannon kannattavuuteen lyhyellä aikavälillä. Nurmenkorjuun ajoituksessa ei riittä tavoitteen asettaminen ensimmäiselle niitolle. Tilan täytyy ymmärtää miten eri niitot vaikuttavat toisiinsa ja mitä esimerkiksi tavoitteena olevan niittoaajan myöhästyttäminen vaikuttaa koko kasvukauden aikana korjattavan sadon laatuun ja määrään.

Nurmenkorjuun ajoituksen tavoite tulee taloudellisesti järkevässä toiminnassa perustua eri vaihtoehtojen euromääräisen ylijäämän maksimointiin. Tässä kirjoituksessa käytetään lyhyen aikavälin suunnittelua, joka ei sisällä kiinteitä kustannuksia. Suunnittelun täytyy olla kaksivuotinen, koska ennen kasvukautta asetettava tavoite nurmirehun pinta-alalle ja niittoaajankohdalle riippuu edellisen kesän jäännösvarastosta.

Ruokinnansuunnittelun kannalta hyvin sulava säilörehu on helpoin vaihtoehto ja se tuottaa samalla eniten maitoa. Tuotantovaikutukseltaan paras rehu saadaan ensimmäisestä niitosta kun rehun sulavuus on yli 700 g/kg kuiva-ainetta (ka). Kesän myöhemmistä sadoista voidaan saada sulavuudeltaan yhtä korkeaa rehua, mutta tuotantovaikutus jää yleensä laadukasta ensimmäistä satoa pienemmäksi. Esimerkiksi sateisen jakson sattuessa kohdalle tila joutuu päättämään tehdäänkö rehu sulavana ja märkänä vai odotetaanko sään poutaantumista. Odottaminen laskee ensiniiton säilörehun D-arvoa keskimäärin 5 g/kg ka vuorokaudessa.

D-arvon lasku täytyy huomioida ruokinnansuunnittelussa väkirehumäärän nostolla. Karjatasolla 9000 kilon tuotostasoa voidaan saavuttaa vielä rehulla, jonka D-arvo on 650 g/kg ka. Lyhyen aikavälin laskelmien perusteella tähän rajaan saakka korjuuajan taloudelliset vaikutukset ovat suhteellisen pieniä. Talouslaskelmat eivät kuitenkaan huomioi lisääntyvän väkirehun mukanaan tuomia kaikkia riskitekijöitä lehmien terveydelle ja kestävyydelle. Keskituotos voidaan laskennallisesti ylläpitää 30 kilon tuotostasolla myös alle D 650 g/kg ka D-arvoilla, mutta käytännössä tämä ei välttämättä ole mahdollista. Tuotosvasteystälöt vaativat jatkokehittämistä ääriruokintojen osalta

Säilörehun tuotantokustannus vaikuttaa ruokinnan optimoinnin tulokseen. Tuotantokustannus on tilakohtainen ratkaisu ja keskimääräisen kustannuksen käyttö voi johtaa harhaan. Ruokintasuunnittelun kannalta säilörehun nollahinta optimoinnissa on kuitenkin turvallinen vaihtoehto. Kaikkien kasvukauden aikana korjattujen rehuerien määrän ja laadun dokumentointi on keskeistä, jotta rehujen käyttö eri eläinryhmille ja sopiva väkirehutydensyöminen voidaan suunnitella optimaalisesti.

**Asiasanat:** nurmi, korjuu aika, lypsylehmä, maidontuotanto, rehuarvo, sulavuus

## Johdanto

Nurmirehujen korjuun ajoituksen muuttaminen tuottaa sulavuudeltaan eli D-arvoltaan erilaisia säilörehuja. Samalla myös rehun muut ominaisuudet muuttuvat, mutta D-arvo on näistä muutoksista merkittävin. Säilörehun ravitsemuksellisten arvojen muutokset täytyy ottaa huomioon ruokinnansuunnittelussa, jotta maidontuotanto voidaan pitää yllä taloudellisesti järkevällä tasolla.

Nurmirehujen korjuuajan ajoitukseen vaikuttavat hyvin monet tekijät. Tärkeimpiä näistä ovat tavoiteltu rehuarvo, kesän sääolosuhteet ja käytettävissä oleva korjuuketju/urakoitsijan saatavuus. Kasvukauden mittaisessa lyhyen aikavälin päätöksenteossa tila on jo valinnut koneistuksen ja sääolosuhteisiin ei voi vaikuttaa. Jäljelle jää rehuarvoon liittyvän korjuuajan valinta. Nurmenkorjuun ajoituksessa ei riitä tavoitteen asettaminen ensimmäiselle niitolle. Tilan täytyy ymmärtää miten eri niitot vaikuttavat toisiinsa ja mitä esimerkiksi tavoitteena olevan niittoaajan myöhästyttäminen vaikuttaa. Lyhyen aikavälin suunnittelulla tarkoitetaan tässä yhteydessä kahden vuoden mittaista jaksoa, joka ei sisällä säilörehun kiinteitä kustannuksia. Suunnittelun täytyy olla kaksivuotinen, koska toukokuussa asetettava tavoite nurmirehun pinta-alalle ja niittoaajankohdalle riippuu edellisen kesän jäännösvarastosta.

Ensimmäisessä niitossa rehunkorjuu aikaan tyypillinen nurmirehun sulavuuden lasku on ollut 5 g / kg kuiva-ainetta (ka) / pv (Rinne ym. 2010). Kesäkuun lopussa nurmen sulavuuden lasku hidastuu. Myöhäinen ensikorjuu nostaa jälkisadon sulavuutta joten kahden niiton keskimääräinen D-arvo pysyy yli 640 g:ssa /kg ka riippumatta ensiniiton ajoituksesta (Hyrkäs ym. 2012). Kolmen niiton strategialla säilörehu on eri korjuuvaihtoehdoista tasalaatuisinta ja sulavuudeltaan korkeinta. Samalla rehun kuitupitoisuus jää matalaksi. Etenkin syssadon kuitupitoisuus on yleensä luokkaa 500 g/kg ka.

Seosrehutiloilla eri sadon säilörehuja voidaan sekoittaa keskenään, jolloin vältytään ääri-laatuisten rehujen ruokinnansuunnittelulta. Erillisruokinnassa tämä mahdollisuus on rajoitetumpi. Rehuista täytyy olla kattavat analyysit, jotta ruokinnassa kulloinkin olevan rehun väkirehutäydennys voidaan optimoida järkevästi. Rehuanalyysien puuttuessa voidaan ensimmäisen niiton osalta käyttää esimerkiksi ARTTURI®-palvelun ([www.artturi.fi](http://www.artturi.fi)) laskennallista lämpösummaan ja kasvupaikkaan perustuvaa arvioita rehun sulavuudesta (D-arvolaskuri), kun korjuupäivä on tiedossa. Jälkisatojen osalta ennusteet ovat paljon epävarmempia, mutta Karjatilan kannattava peltoviljely (Karpe) -hankkeen nettisivulta löytyy ennustelaskuri myös jälkisatojen osalta ([www.karpe.fi](http://www.karpe.fi)).

Eri korjuuajastrategioiden merkitys ruokinnansuunnittelussa tulee selvimmin esille säilörehun D-arvon kautta. Tämän kirjoituksen tarkoituksena on tarkastella sulavuudeltaan eri D-arvoisten rehujen ruokinnansuunnittelua Karpe –hankkeen koetulosten sekä yleisten ruokintamallien avulla.

## Säilörehun D-arvon vaikutus maitotuotokseen ja väkirehujen käyttöön

Ensimmäistä niittoa myöhästyttäessä säilörehun D-arvo laskee heinäkuun alkupäiviin saakka tasolle 600 g/kg ka. Sääolosuhteista riippuen vaihtelu on huomattavaa. Maatiloilla on käytössä myös matalan D-arvon rehuja, joiden ruokinnansuunnittelu on sulavia rehuja vaativampaa.

Säilörehun D-arvomuutoksen vaikutuksia maitotuotokseen ja rehunsyöntiin tutkittiin MTT Maaningalla suoritetussa maidontuotantokokeessa, jonka keskeiset tulokset on koottu taulukoon 1 (Sairanen ym. 2012). Kokeessa käytetyt D-arvoltaan 720 (D720) ja 620 (D620) g/kg ka rehut oli tehty samalta lohkolta 10.6.2010 ja 5.7.2010. D670-rehu on sekoitettu 1:1 kahdesta edellämäisestä rehusta. Kokeessa oli 27 useamman kerran poikinutta lehmää sekä 9 ensikkoo. Ensikot eivät saaneet korkeinta väkirehutasoa, koska dieetin väkirehuprosentti olisi oletettavasti noussut huomattavan korkeaksi.

Kokeen lehmät olivat keskimäärin 80 päivää poikimisesta ja maitotuotokset korkeita. D-arvovaste oli keskimäärin 0,55 kg energiakorjattua maitoa (ekm) / 10 g/kg ka. Vaste oli käyräviivainen (P=0,005) eli D-arvon tuotosvaste oli suurempi välillä D620 – D670 (0,76 kg ekm / 10 g/kg ka) verrattuna väliin D670-D720 (0,34 kg ekm / 10 g/kg ka). Samoin väkirehuvaste oli selvästi käyräviivainen (P=0,05). Käyräviivaisten vasteiden vuoksi väkirehulla ei voinut täysin kompensoida D-arvon laskun maitotuotosta vähentävää vaikutusta. Jos väkirehuvaste pysyisi tasolla 0,72 kg ekm / kg ka, niin D620 rehulla tarvittaisiin 18,6 kilon väkirehuannos ylläpitämään matalin D720 ruokinnan tuotostaso.

Väkirehuvaste on kuitenkin aleneva, joten D620 rehulla ei voida käytännössä ylläpitää D720-rehun maitotuotostasoa.

**Taulukko 1.** Energiakorjattu maitotuotos (ekm) väkirehutason ja nurmisäilörehun D-arvon muuttuessa maidontuotantokokeessa MTT Maaningalla (Sairanen ym. 2012). Taulukon alin rivi sekä oikea sarake ovat keskiarvoja D-arvojen ja väkirehumäärän suhteen.

Säilörehun D-arvo, g/kg ka	Väkirehu, kg/pv			Ekm, kg/pv
	9	12	15	
620	30,0	32,6	34,5	<b>32,4</b>
670	35,1	36,4	37,0	<b>36,2</b>
720	36,8	38,6	38,3	<b>37,9</b>
<b>Ekm, kg/pv</b>	<b>34,0</b>	<b>35,9</b>	<b>36,6</b>	

Taulukossa 2 on esitetty Lypsikillä laskettu esimerkki maitotuotoksesta D-arvon muuttuessa. Lypsikki-malli pohjautuu Huhtanen ja Nousiainen (2012) julkaisemaan malliin. Lypsikki ja KarjaKompassi (ProAgrian käytössä oleva nautakarjatilojen ruokinnanoptimointi- ja tuotannonohjausohjelmisto) sisältävät samat vasteyhtälöt. Esimerkkilaskelmassa on vakioitu väkirehun raakavalkuaisen (RV) pitoisuus tasolle 180 g/kg ka. Tässä esimerkissä 10 g /kg ka D-arvon laskua korvaamaan tarvittiin keskimäärin 0,48 kg ka väkirehua (0,45 - 0,55 kg ka /10 g/kg ka). Keskimääräinen korvaussuhde oli samaa luokkaa Maaningan väkirehukokeen kanssa (Sairanen ym. 2012, taulukko 1). Lypsikki-malli sisältää lineaarisen syönninennusteen kaikille D-arvoille, jolloin kuiva-aineen syönti tulee yliarvioituksi hyvin matalilla D-arvoilla. Vastaavasti maitotuotosennuste tulee hieman yliarvioituksi.

**Taulukko 2.** Lypsikki-mallilla laskettu esimerkki tarvittavasta väkirehütäydennyksestä, kun tavoitteena ylläpitää 29,5 kilon energiakorjatun maidon (ekm) tuotos.

Säilörehun D-arvo, g/kg ka	Syönti, kg ka			Väkirehunun osuus	Ekm, kg/pv
	Väkirehu	Säilörehu	Yhteensä		
600	12,3	8,3	20,6	0,60	29,5
620	11,4	9,2	20,6	0,55	29,5
640	10,6	10	20,6	0,52	29,5
660	9,5	10,9	20,4	0,47	29,5
680	8,6	11,9	20,4	0,42	29,5
700	7,5	12,8	20,3	0,37	29,6

Myös KarjaKompassilla lasketussa esimerkissä maitotuotos pystytään ylläpitämään yli 30 kg ekm/pv D-arvolle 600 g /kgka saakka. Väkirehunun osuus nousee kuitenkin yli 60 % / koko rehuannoksen ka:sta (kuva 1). Rypsirouhkan osuus väkirehunun kuiva-aineesta tässä esimerkissä oli noin 30 % kaikilla D-arvoilla, kun käytössä oli säilörehulle nollahinta. Huomionarvoista on, että rypsirouhkan osuus väkirehussa laski tasolle 20 % kun käytössä oli D720 rehu ja muuttuva säilörehun hinta. Muuttuvan hinnan esimerkissä säilörehun hinta oli matalin D620 rehulla (6 snt /kgka) ja nousi portaittain D720 rehulle (12 snt/kg ka). Kääntäen tämä tarkoittaa, että muuttuvan säilörehuhinnan esimerkissä D-arvon lasku korvattiin mieluummin rypsin osuuden lisäämisellä kuin viljan määrän lisäämisellä.

Taulukossa 3 on Karpe-hankeen maidontuotantokokeet, joissa on mukana väkirehunun valkuaispitoisuus. Näiden kokeiden mukaan väkirehunun valkuaispitoisuuden nosto yli 180 g/kg ka tuottaa huonosti lisämaita kun säilörehun sulavuus on matala. Matalilla D-arvoilla tuotantoa rajoittaa lehmiin energiansaanti, jolloin väkirehunun valkuaispitoisuuden merkittävä nosto matalilla D-arvoilla ei välttämättä ole järkevää. Käytössä olevissa tuotosennustemalleissa on vain vähän koetuloksia D-

arvoltaan alle 650 g / kgka nurmirehuista. Vasteiden käyräviivaisuus ei tule täysin huomioitua, mikä johtaa esimerkiksi valkuaisen tuotantovaikutuksen mahdolliseen yliarviointiin. Taulukon 2 mukaan voidaan kuitenkin todeta, että 29,5 kilon maitotuotos voidaan ylläpitää järkevä suuruisella väkirehuosuudella D-arvoltaan 640 g/kg ka rehuille saakka. Tämä vastaa lehmien lypsykäyrä huomioiden 9000 kilon vuosituotosta.

Kolmen niiton strategia tuottaa korkeimman keskimääräisen D-arvon koko kasvukautta kohti. Kolmannen niiton haittatekijöinä on syksyn märkyys ja rehun matala kuitupitoisuus. Kuidun määrää voidaan hallita sekoittamalla kolmas sato aikaisempien satojen kanssa, mikäli tämä on tilalla mahdollista. Karpe –hankkeen kahdessa maidontuotantokokeessa oli mukana syysniiton rehut. Näiden rehujen maitotuotosvaikutus ei ollut aivan niin korkea, mitä D-arvon perusteella olisi odottanut. Ruokintakoikeita on tehty kuitenkin niin vähän, että pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei voi tehdä.

Väkirehuokintaa ei voi suunnitella D-arvon mukaan, jos säilörehuista ei ole analyysitietoa saatavilla. Kolmen niiton strategialla säilörehun sulavuuden vaihtelu on kahta niittoa pienempää. Myöhään korjattujen rehujen kanssa analysointivaatimus lisääntyy ja suunnitteluvirheiden riski kasvaa aina.

**Taulukko 3.** Väkirehun valkuaispitoisuuden vaikutus energiakorjattuun maitotuotokseen (ekm) säilörehun D-arvon vaihdellessa. Taulukossa esitetyt neljä erillistä koetta ovat peräisin Karpe–hankkeen (Sairanen ym. 2012) nurmisäilörehuilla tehdyistä maidontuotantokokeista, joissa käytettiin erilaisia väkirehun valkuaispitoisuuksia. Kokeiden väkirehuokinnat vaihtelivat välillä 4 -14 kg/pv.

Koe	Säilörehun D-arvo, g/kg ka	Väkirehun RV-pitoisuus, g/kg ka			Ekm keskim., kg/pv
		150	180	210	
1	618	29,5	30,2	30,1	<b>30,0</b>
2	635	30,7	31,7	31,2	<b>31,2</b>
3	654	27,0	27,9	28,5	<b>27,8</b>
4	692	28,5	30,5	30,8	<b>29,9</b>
<b>Ekm keskim., kg/pv</b>		<b>28,9</b>	<b>30,1</b>	<b>30,3</b>	<b>29,7</b>

### Kuiva-aineen syönti

Taulukossa 4 on esitetty kuiva-aineen syönti D-arvon muuttuessa (Sairanen ym. 2012). Syönti väheni D-arvon laskiessa käyräviivaisesti ( $P_{\text{quad}}=0,03$ ). Koerehujen korjuuolosuhteet eivät olleet yhtenevät ja D620-rehun kuiva-ainepitoisuus (482 g/kg ka) oli suurempi verrattuna D720-rehuun (265 g/kg ka). Jos D620 rehun kuiva-aine olisi ollut 265 g/kg ka, olisi tämä vähentänyt D620 rehun syöntiä 0,48 kg ka nyt mitattuun verrattuna (syönninennustemalli Huhtanen ym. 2007). Käytännössä D-arvon pienemisen syöntiä alentava vaikutus on siten taulukossa 4 esitettyä voimakkaampi. Energiansaanti säilörehusta pienenee D-arvon laskiessa sekä syönnin että rehun energiapitoisuuden pienemisen vuoksi.

Myöhään korjatussa säilörehussa kuitupitoisuus nousee. Toisaalta maitotuotoksen ylläpitämiseksi väkirehun määrää joudutaan nostamaan ja yhteisvaikutuksena dieetin kuitupitoisuus voi muodostua rajoittavaksi tekijäksi myös myöhään korjatuilla rehuilla. Pienin karkearehun kuitupitoisuus koko rehuannoksesta, 258 g/kg ka, oli yhdistelmällä D720 ja 15 kiloa väkirehua. Tämä on lehmien terveyden kannalta riskirajoilla. Yhdistelmä D620 ja 15 kg väkirehua tuotti kuitupitoisuuden 288 g/kg ka. Myöhään korjatun rehun kuidun märehymistä ylläpitävä vaikutus on lisäksi suurempi verrattuna aikaisin korjattuun rehuun, joten dieetin kuitupitoisuus sallii suhteellisen korkeat väkirehumäärät.

**Taulukko 4.** Kuiva-aineen syönti väkirehun määrän ja säilörehun D-arvon muuttuessa (Sairanen ym. 2012).

Säilörehun D-arvo, g/kg ka	Väkirehu, kg/pv			Yht., kg ka/pv
	9	12	15	
620	20,9	23,0	24,2	<b>22,7</b>
670	22,5	23,9	25,4	<b>23,9</b>
720	23,0	24,6	25,7	<b>24,4</b>
<b>Yht. kg ka/pv</b>	<b>22,1</b>	<b>23,8</b>	<b>25,1</b>	

### Säilörehun hinnan vaikutus ruokintasuunnitelman optimointiin

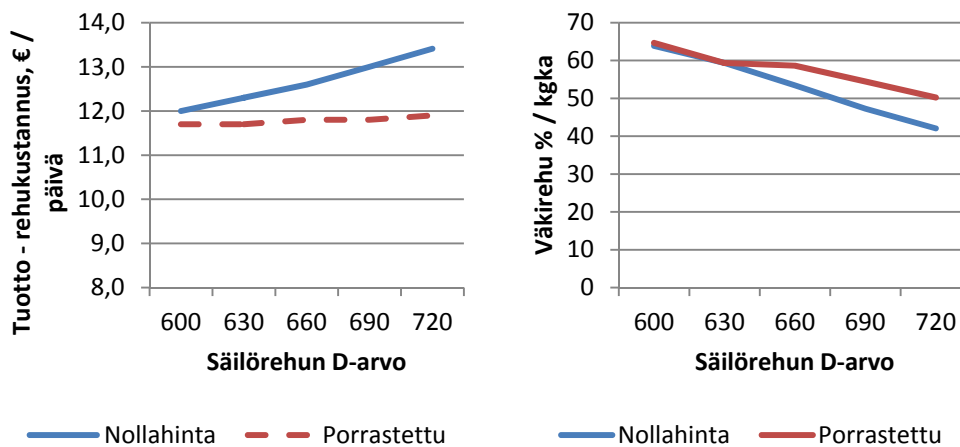
Ruokintaoptimoinnissa väkirehujen hintana käytetään ostohintaa ja säilörehun hintana joko 0 senttiä / kg ka tai tuettua tuotantokustannusta. Tuotantokustannus voi olla joko kokonaistuotantokustannus tai muuttuvin kustannuksin laskettu hinta. Yleensä säilörehulle käytetään vakiohintaa D-arvosta riippumatta. Todellisuudessa säilörehun tuotantokustannus nousee rehun sulavuuden noustessa, koska joudutaan käyttämään tehokasta koneketjua ja yhteiskoneiden käyttö on rajoitettua. Sulavan rehun tuotantokustannusta nostaa myös satotason pieneneminen. Tällä hetkellä saatavilla ei kuitenkaan ole kattavaa laskelmaa eri D-arvojen säilörehujen tuotantokustannuksista.

Kuvassa 1 on KarjaKompassilla laskettu esimerkki maitotuotto miinus rehukustannus – optimoinnista kahdella eri säilörehun hinnoitteluperiaatteella. Vaihtoehtoina esimerkissä on joko 0 snt/kg ka tai porrastettu D-arvon mukaan välillä 6-12 snt/kg ka. Nollahinnalla sulava säilörehu tulee kannattavammaksi, mutta voimakkaasti porrastetulla tuotantokustannushinnalla ylijäämä eri D-arvojen välillä on pieni. Esimerkin säilörehukustannus on matala verrattuna maidon hintaan joten tasoerot eri vaihtoehtojen välillä ovat alle 2 €/päivää kohti. Tilanne muuttuu, mikäli maidon hintaa ei saada pidettyä nykyisellä tasolla. Maidon hinnan lasku ja D-arvon mukaan voimakkaasti muuttuva säilörehun hinta johtavat suurimpaan ylijäämään matalimman D-arvon rehuilla. Tämä vaatii kuitenkin epärealistisen suuren porrastuksen säilörehun hinnassa.

Säilörehun nollahintaa käytettäessä ruokinnan väkirehuprosentti tulee pienemmäksi (keskim 53 %, kuva 1) verrattuna optimointiin, jossa käytetään porrastettua säilörehun hintaa (keskim 57 %). Väkirehun tuotosvaste on säilörehua suurempi, minkä vuoksi edes säilörehun hinta 0 snt / kg ka ei tuota väkirehuprosenttia nolla. Laidunkokeissa (Sairanen ym. 2006) on käytetty myös väkirehutonta dieettiä ilman terveysongelmia (esim. ketoositapauksia). Samoin Norjassa on tehty koe, jossa osa lehmistä ei saanut sisäruokinnassa alkulypsykaudella lainkaan väkirehua (Steinshamn & Thuen 2008). Lehmän terveys ei siten välttämättä vaadi ruokintaan väkirehua, jos nurmirehujen laatu ja sulavuus ovat kunnossa ja rehua vapaasti tarjolla. Säilörehun nollahinta on perusteltua, jos säilörehuvarasto on taloudelliseen optimiin vaatimusta suurempi ja halutaan rajata ylivuotisen varaston määrää. Tilalla ei esimerkiksi ole mahdollisuutta viljellä muuta kuin nurmirehua, jolloin nurmirehujen käyttö tulee maksimoida.

Talusoptimi ei täysin huomioi korkean väkirehumäärän mukanaan tuomia terveysriskejä ja ruokinnan terveyteen vaikuttavat ehdot annetaan optimointiin rajoituksina. Säilörehun nollahinta optimoinnissa on perusteltua terveysriskien hallinnan vuoksi. Lehmä on märehittäjä ja myös eettisestä näkökulmasta katsottuna talusoptimia korkeampi karkearehujen käyttö on perusteltu. Toisaalta suureen väkirehujen määrään liittyvää terveysriskiä voi hallita nostamalla rehuannoksen karkearehujen kuidun osuutta optimoinnin rajaehdoissa. Samansuuntaiseen lopputulokseen päästään myös tarkkelyksen tai solunsisällyshiilhydraattien pitoisuuden rajoittamisella oletusarvoihin verrattuna.

**Kuva 1.** KarjaKompassilla laskettu esimerkki säilörehun D-arvon vaikutuksesta maitotuotto miinus rehukustannus (€/pv) –yli jäämään ja optimointeja vastaavat väkirehun osuudet. Optimoinnin tulos riippuu käytettävän säilörehun hinnasta.



### Johtopäätökset

Säilörehun D-arvon muutokset voidaan järkevästi kompensoida väkirehutäydennyksellä D 650 g/kg ka tasolle saakka ja ylläpitää keskimääräinen 9000 kilon vuosituotos. Tämä mahdollistaa joustoa säilörehun korjuuajoissa. Keskituotos voidaan laskennallisesti ylläpitää myös tätä matalammilla D-arvoilla, mutta käytännössä tämä ei välttämättä ole mahdollista. Tuotosvasteyhtälöt vaativat jatkokehittämistä ääriruokintojen osalta.

Säilörehun tuotantokustannus vaikuttaa ruokinnan optimoinnin tulokseen. Tuotantokustannus on tilakohtainen ratkaisu ja keskimääräisen kustannuksen käyttö voi johtaa harhaan. Ruokinnansuunnittelun kannalta säilörehun nollahinta optimoinnissa on kuitenkin turvallinen vaihtoehto.

### Kirjallisuus

- Huhtanen, P. & Nousiainen, J.** 2012. Production responses of lactating dairy cows fed silage-based diets to changes in nutrient supply. *Livestock Science* 148: 146-158.
- Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J.** 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1: 758-770.
- Hyrkäs, M., Sairanen, A., Virkajärvi, P. & Suomela, R.** 2012. Säilörehun korjuuajan vaikutus murmisadon määrään ja laatuun. Loppuraportti: Karjatilan kannattava peltoviljely KARPE –hanke 2009 – 2012, sivut 4-8. Saatavilla osoitteessa [www.karpe.fi](http://www.karpe.fi).
- Rinne, M., Pitkänen, T., Nyholm, L., Nousiainen, J. & Huhtanen, P.** 2010. Nurmihienien ensimmäisen sadon sulavuuden ja sadon määrän mallit nurmirehuntuotannon hallintaan. 9 s. Maataloustieteen Päivät 2010. <http://www.smts.fi/jul2010/poste2010/136.pdf>
- Sairanen, A., Khalili, H. & Virkajärvi, P.** 2006. Concentrate supplementation responses of the pasture-fed dairy cow. *Livestock Science* 104: 292-302.
- Sairanen, A & Juutinen E.** 2012. Säilörehun korjuuajan vaikutus lehmien säilörehun syöntiin ja maitotuotokseen. Loppuraportti: Karjatilan kannattava peltoviljely KARPE –hanke 2009 – 2012, sivut 11-16. Saatavilla osoitteessa [www.karpe.fi](http://www.karpe.fi).
- Steinshamm, H. & Thuen, E.** 2008. White or red clover-grass silage in organic dairy milk production: Grassland productivity and milk production responses with different levels of concentrate. *Livestock Science* 119: 202-215.