



**Eesti  
Taimekasvatuse  
Instituut**

# Vedelsõnniku ja silo efektiivsest käitlemisest

---

**Taavi Võsa**

ETKI ATO teadur



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeeringud  
maapiirkondadesse

# Looduslikud eelised

---

- Eestis on suurepäraseid kliimatingimused rohusööjatele loomade eluks:
  - Piisavalt soe, ka talvisel ajal (kui on lund)
  - Piisavalt **puhast** vett (sademed ületavad aurumise, põhjavesi lähedal)
  - Piisavalt päikest taimede kasvuperioodil
- Talvel taimed paraku ei kasva – vaja sööta varuda ja seda jaokaupa ette anda
  - Igapäevaselt ja vajalikus koguses

# Silo on põhisööt

---

- Lihtne ja efektiivne on kasutada ära roheline massi sileerumist, mis võimaldab pakkuda rohusööjatele paslikku põhitoidust väljaspool taimede kasvuaega – teeme silo
  - Masinad ja teadmised on olemas
  - On sobivad liikide segud enamusele muldadele
- Siiski on mitmetel ettevõtetel probleeme silo kvaliteediga – sööt ei ole **täisväärtuslik**

# Miks?

---

- Silo tootmiseks tuleb niita taimik õigel ajal piisavalt kõrgelt, närvutada sobiva aja, koguda saastumata ja tihendada õhutihedalt
- Alati see ei õnnestu erinevatel põhjustel:
  - Organisatoorsed
  - Agronoomilised
  - Tehnilised
  - Esineb ka tahtmatust valedest võtetest lahtiütlemisel

# Etapid silo tootmisel

---

- Niitmine

- Hajutades laiali või koondades vaaludesse
- Muljudes taimelehti ja varsi või mitte

- Kaarutamine ainult niiskel ajal (vihm jms)

- Vaalutamine, kui on vajalik

- Kogumine pressimiseks või äraveoks

- Ja pressitud materjali koondamine või äravedu

- Äraveetud massi tihendamine hoidlas

- Hoidla õhutihe katmine

# Organisatoorsed põhjused

---

- Silotegu konkureerib teiste ülesannetega
  - Eriti I niide – samal ajal käib taliviljade umb-rohutõrje, ka väetamine ja hilised külvid
  - Keskendu hetkel ajakohasele, ära lapi hilinemist
- Suures ettevõttes saab spetsialiseeruda
- Väikeses ettevõttes tekib vajadus prioritseerida tegevusi
- Teenuse tellimine võimaldab „aega juurde osta“

# Väikese ettevõtte mure

---

- Tööjõu ja tehnika vähesus
  - Sama inimene ja masin kõige jaoks
- Samaaegsed tööd väikseses ettevõttes kuhjuvad lühikesele ajavahemikule
  - Hommikul muljuriga hajutatuna niidetud massi tuleb pealelõunal vaalutada
  - Kuuma ilmaga peaks hakkama üsna kohe ka otsast koguma (ja vedama ja tallama ja ...)

# Agronoomilised põhjused

---

- Taimikud valmivad korruga ja vananevad
  - Kevadise väetamise ajastamisega on võimalik taimikute valmimist veidi hilisemaks viia
- Väärtuslikud liigid asenduvad umbrohtudega
  - Madalam söödaväärtus, võimalik kahjulik mõju loomade seedimisele või silo käärimisele
- Taimestik valmib liiga kiiresti
  - Suurendada koristusvõimekust: teenus

# Liigirikkad segud

---

- Ühelt poolt on liigirikkad segud vastupidavad ja potentsiaalselt saagikad (koosmõju)
- Teiselt poolt on nende rajamine tülikas
  - eelkõige seemnete segregeerumine külvikus
- Praktikas on mõnest liigist segud osutunud töökindlamateks ja elujõulisemateks
  - Vajadusel teha täiendavat külvi lisamist vajava kultuuriga pikaajalistel rohumaadel

# Täienduskülvi võimalused

---

- Täienduskülvik ja külvi eraldi käiguga
  - Eraldi tööna hinnaline
  - Mitte liiga sügavale! 1 cm MAX!
- Teha kevadise äestamise käigus äke+külvik
  - Odavam, kuid tärkamine on ebaühtlane
  - Kivistel maadel tekib vajadus tegelda kividega
  - „elektrivurri“ ühtlikkus ja laotuslaiuse sobitamine, pneumokülviku ummistused
- Tärkamata seemned võivad hiljem osutuda umbrohuks põllus

# Täienduskülvik

---



# Tehnilised põhjused

---

- Muld, määre või sõnnik silos rikub käärimise
- Seadistamata masinad
  - Eelkõige vale töökõrgus
  - Liiga madalal töötades tuleb muld rohumassi
- Mulla rohumassi kandumise vältimiseks peab rohumaa pind olema sile
  - Ettevaatust niiskes töötamisel – rööpad ☹️
- Kõrvaldamata rikked
  - Kõverad või nürid terad, puuduvad piid

# Silo säilitamine

---

- Väiketootjatel tihti kilesse mähitud rullid
  - Lihtne, kiire, aga tekib palju jäädet (kilet)
  - Sileerumine lõhutud kilega või liiga pehmetes rullides ei toimu eelduste kohaselt ja riknevad
- Suurtootjatel paremal juhul tranšeed või maapealsed virnad („pätsid“)
- Betoneeritud pinnal kindlate seintega hoidlad on alati eelistatud, kuna kvaliteeti saab tagada (kuni on hoidla terve)
- Pätsi kvaliteet on alati küsimärk

# Maapealne virn

---

- Kõrgemale kohale, imava aluse peale
- Soovitavalt piklik, võimalikult ühtlase kujuga
- Peale- ja mahasõitudel mitte keerata ja kaapida, et muld ei kanduks pätsi!
  - Vajadusel ohverda koorem pinna kandevõime parandamiseks, laota piisavalt paksu kihina
- Kata tihedalt, soovitavalt mitmekordse kattega (välimine on lindude vastu, ei pea olema tihe)

# Silo söötmine

---

- Sõltuvalt valitud pidamisviisist:
  - Igapäevaselt läbi aasta - laudaspidamisel
  - Talvehooajal väljas peetavatele loomadele
- Rullidega majandades jälgi kile seisundit
  - Lõhutud kilega või kuju kaotanud rullid esmalt!
- Tranšee/pätsisilo korral ära rebi, vaid lõika
  - Silolõikur jätab tiheda rinnatise, milles õhk ei põhjusta kiiret riknemist
  - Ava virna süsteemselt, ära lase ebamugavalt haarataval serval hapnema minna

# Silolõikur

---



# Jäägid

---

- Loomad jätaavad enamasti mittemokkamööda osa lihtsalt maha – see tuleb kokku koguda
- Sobib laotada koos taheda sõnnikuga
  - Ka karjamaal söötmisel ei tohi jätta kihti maha – selle all taimik hävib (kiiresti just kultuurliigid)
- Betoonpinnalt saab koguda tavalise kopaga
- Karjamaa pinnalt kas piisulguriga hargiga või kiviakorjehargiga (lõhub vähem kamarat)

# Hargid

Piisulguriga hark  
esilaaduril



Kivikorjehark



# Põllumajanduskile

---

- Silo tegemisel tuleb materjal õhukindlalt sulgeda – kasutame **palju** kilet ☹️
- See tuleb seaduse järgi kokku koguda ja anda üle käitlejale, et vähendada jäätmete teket
- Puhtus! Saastunud ei saa üldse taaskasutada
  - Põletatakse või läheb ladestamisele ☹️
- Koguda liigiti – erinevad materjalid käideldakse erinevaks otstarbeks ja viisil

# Väljas söötmine

---

- Paljusid loomi ei peeta hoones, vaid karjamaal aasta ringi
- Väljas söötmine on tervislik;), kuid probleemiks on tekkivad väljaheited,
- millest läbi/mööda voolav vesi viib toitaineid **vältimatult** ära
  - Leostumine: alla põhjavette
  - Ärakanne pinnaveega: pinnaveekogudesse

# Kogu või hajuta!

---

- Vesi on saadud laenuks meie lastelt!
- Söötmisel tekkinud sõnnik ja söödajäätmed tuleb kas koguda kokku ja säilitada lekkekindlalt – „välisöödakäik sõnnikualaga“
- Sööta hajutatud viisil nii, et need ei koguneks
  - „talvine karjatamine“
- Probleemid karmil talvel, kui lumi tallatakse sõnniku ja söödajäätmetega kihiti jääks 😞

# Lekkekindel välisöötmissplats

---

- Piisavalt suur kogu karja äramahutamiseks söötmissel
  - Kogu karjamaad ei ole vaja betoneerida
- Piisavalt tugev, kandmaks loomi ja tehnikat
  - Probleem on punktkoormus sõra/kabja all
- Lumerikkal talvel tekib palju lumega segamini sõnnikut, mis sulab kaua ja on jala/ratta all **väga** libe
  - Perioodiline sõnnikueemaldus vajadusel

# Lekkekindlad materjalid

---

- Piisavalt paks betoon on mõistliku hinnaga ja kindlasti vastupidav ja pikaealine
- Tihendatud savi ei pruugi olla lekkekindel, lisaks ei ole see ka odav (rajamise kulud!)
- Kihilised katted veekindlal membraanil ei pruugi olla odavamad betoonist
  - Aga nendelt on keerulisem koguda sõnnikut ja söödajäätmeid pinda/masinat kahjustamata
  - Võivad olla loomadele jalasõbralikumad

# Ärakande probleem

---

- Kui aluspind on lekkekindel, ei pääse vesi sellest läbi, aga kuhugi peab see minema
- Valgvee kogumine on veel suurem probleem
  - Soojal ajal (vesi vedel) saab tekkiva vedeliku immutada piisavasse allapanusse ja eemaldada
  - Külmal ajal kõik jäätub kiiresti, kihiti lumega ja selle eemaldamine pole mõeldav ilma eritehnikata (sulati või lõikur)
- Head lahendust ei olegi praegu...

# Kuiv koresööt

---

- Siloga söötmise kõrval kasutatakse ka kuiva materjaliga söötmist
- Siis on sööt ka samal ajal allapanuks, mis imab tekkinud vedelikud enesesse
  - Söödakulu tõuseb selle võrra!
  - Lisaks materjali kuivana hoidmise kulud
- Väljas niiskunud „heinarullid“ ei ole kuiv sööt ja märgunud välispind ei ima ka enam midagi
  - Sisu küll, aga see pannakse ju nahka...

# Kuiva koresööda kiletamine

---

- Terve kile küll kaitseb sisu, aga selle võtte efekt (maksumus!) on küsitav
  - Pakkematerjal tuleb samuti utiliseerida!!!
- Tuleb kõne alla materjali säilitamisel olukorras, kus pole võimalik rulle tuua katuse alla (kauged põllud, ajutine ruumipuudus)
- Üksikuna kiletatud kuivad rullid on väljast eristamatud korralikest silorullidest
  - Aga neid jaksab veeretada, erinevalt silost;)

# Reasmähkur ehk ridur

---

- On võimalik rullid või (suur)pakid kiletada ühte pikka kile „torusse“ – hinnaline viis



# Hajutamine

---

- Probleem on liiga palju sõnnikut liiga väikesel alal, nagu ka ülekarjatamisel
- Nõuded karmistuvad alates 5 LÜ
- Väikesed karjad suurel alal hajusalt ei ole probleem loodusele (seadusele küll)
- Kui söödetakse teisaldatavatesse sõimedesse, siis neid liigutades saab toitainete (sõnniku) kuhjumist samuti vältida

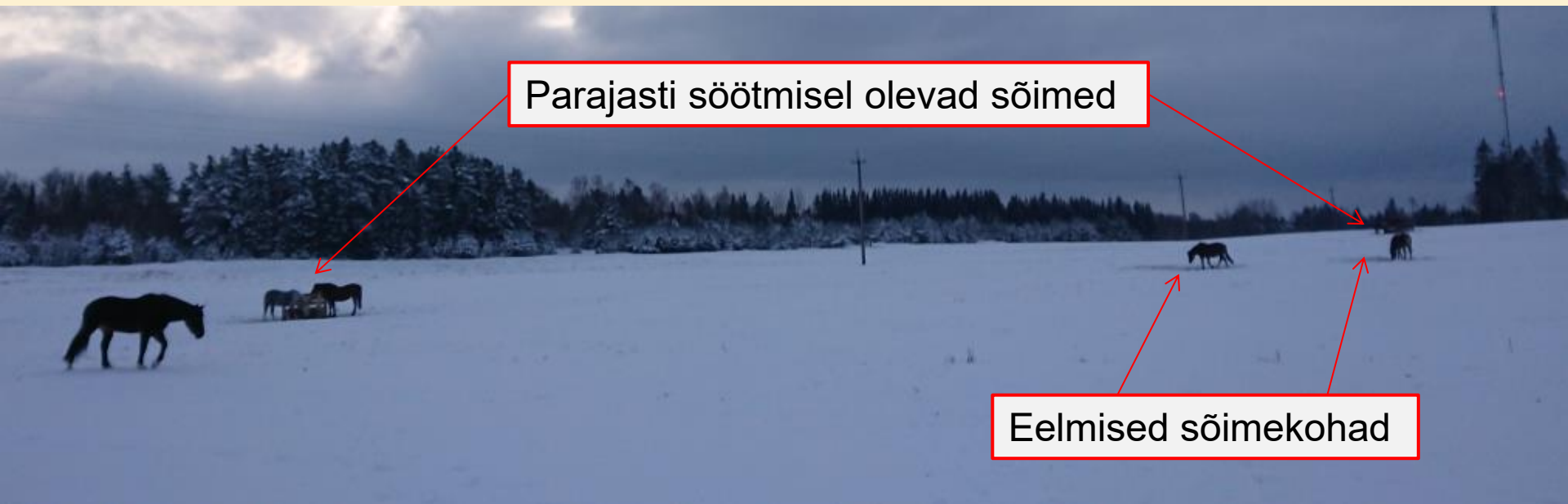
# Hajutamise eeldused

---

- Piisavalt maad söötmiseks
  - Söödaalad ei tohiks kattuda
- Ala pind peab kandma tehnikat ja loomi
  - Suur probleem pehmel talvel ja märgadel aladel
- Tahtmine loodust säästvalt toimetada
  - Vastutustunne ja ametiuhkus
    - Seaduse mõtte mõistlik tõlgendamine järelvalveametnike poolt

# Hajutamine praktikas

- Eeldab tahtmist ja väikest karja
- Probleemiks on sügavas lumemes toimetamine



# Sõnniku säilitamine

---

- Laudad oleme saanud lekkekindlaks ja inim- ning loomasõbralikuks, suur tänu selle eest 😊
- Sõnnikuhoidlad hakkavad ka olema korras 😊
  - Oleks neil ainult mahtu...
- Peamine väljakutse on saada sõnnik taimede kasvu ajal põllule, et toitained **ringleks**
- Söötmisaladega tegeleme ka praegu ...

# Vedelsõnnik

---

- Vedelsõnnikuks loetakse sõnnikut, mille kuivainesisaldus (KA) on kuni 8 %
- Veel on seaduses poolvedel sõnnik 8-20% KA
- Laadimise ja laotamise seisukohast on piir umbes 12 % KA-sisalduse juures
  - <12% on veel pumbatav ja ei püsi virnas
  - >12% enam pumpa ei valgu, tuleb kühveldada, aga püsib kenasti mitme meetri kõrguses virnas

# Hoidlad

---

- Maapealsed rõngasmahutid
  - Levinud, hea pinna/mahu suhe, leke kohe näha
  - Kõrged, tülikad pumbata-segada, kestvus?
- Maasisesed laguunid
  - Odavad ehitada, mugavad kasutada
  - Halb pinna/mahu suhe (vihmavesi☹️), lekke tuvastamine on väga keeruline
  - Membraani lõhkumise oht hooletul toimetamisel

# Hoidlas kihistumine

---

- Hoidlas säilitamisel tekib paratamatult materjali kihistumine:
  - Ülemise kihi moodustavad veest kergemad osad
  - Põhja vajuvad veest raskemad osad
  - Vahepeal on „vesi“, milles lahustunud toitained
- Põllule on vaja võimalikult ühtlase kvaliteediga materjali, et oleks tagatud taimede võrdne kohtlemine – vaja **segada**

# Segamine

---

- Kuude vältel settinud materjali segunemine nõuab **aega**, mõne tunniga ei juhtu midagi
  - Eriti kaua võtab jäätunud kooriku lagundamine madalal välistemperatuuril (0-+10)
  - Aga siis on jälle toitainekadu lendumisest madal
- Tõhusad on vedeliku sees suunatava joaga pumpsegurid, mille tootlikkus on piisav vedelikumahu pöörlemapanekuks

# Traktoriajamiga pumpsegur

---



# Laotamine

---

- Vedelsõnnikut saab laotada kindla normiga
  - Selleks peab olema laoturil kulumõõtur
- Lisaks on võimalik määrata lämmastiku-sisaldust laotatavas materjalis käigu pealt
  - Saame tegelikult antud lämmastikukoguse
  - Vajalik toitainebilansi täpsustamiseks
- Taime või mullaelustiku poolt kasutamata toitaineid satuvad **vältimatult** keskkonda

# Laoturid

---

- Enamus vedelsõnnikust antakse paakhaagistega, mille külge on haagitud sobilik laotusseadis
- On ka liikurlaotureid



# Laotusseadised

---

- Pinnalelaotus järjest väheneb
  - Suur toitainete kadu (hais) lendumise ja võimaliku pinnaveekande tõttu
  - Kohene muldaviimine põllumaal vajalik! Rohumaal ei saa
- Erinevad sisestuslaoturid viivad sõnniku mulla sisse
  - Avatud lõhega – mulda tehtud lõhet ei suleta
  - Suletud lõhega – mulda tehtud lõhe vajutatakse kinni või kaetakse kobeda mullaga
  - Pealemuldamislaotus ehk segamislautus - sõnnik antakse mullaharimise käigus segatava mulla hulka

# Kohene muldaviimine

---

- Ader, hõlmkoorel, käpp või piikobesti, rull-randaal – kõik sobivad, kui töösügavust on



# Reaslaotus pinnale



# Avalõhelaotus

---

- Alla 5 cm vaokesse ei mahu midagi ☹️
- Iga + cm mahutab paar kanti, max  $30 \text{ m}^3/\text{ha}$



# Suletud lõhega laotus põllul

---

- Lõhe kas vajutatakse kinni või kaetakse mullaga
- Toitainete lendumine sõnnikust on takistatud
- Vogelsang  
X-Till



# Suletud lõhega laotus rohumaal

---

- Lõhe sulgemisel peab taimik ellu jääma
- Jeantil näide kaldsete ketastega



# Segamis/pealemuldamislaotus

---

- Sõnnik juhatakse mulla segamise tsooni
- Hävitab taimiku! Ei sobi rohumaale...



# Laotusnormile seadmine arvutita

- Kui laotusnormi automaatikat ei ole, siis tuleb määrata laotusjõudlus katseliselt, sest tegelik norm sõltub kiirusest ja väljamise jõudlusest
- Laoturi liikumiskiirus põllul
  - $v$  – liikumiskiirus, km/h
  - $Q$  – laoturi väljalaadimisjõudlus, t/s või m<sup>3</sup>/s
  - $b$  – töölaius, m
  - $n$  – etteantud laotusnorm, t/ha
- Väljalaadimisjõudlus tuleb määrata ☹
  - $m$  – sõnniku mass, t või m<sup>3</sup>
  - $t$  – paagi tühjenemise aeg, s

$$v = \frac{36000 Q}{bn}$$

$$Q = \frac{m}{t}$$

# Palju varuks anda ei saa ☹️

---

- Toitained ei püsi mullalahuses kuigi kaua
  - Ülalt alla liikuv vesi leostab need põhjavette
  - Pinnavesi kannab pinnaveekogusse
- Seega säti norm ja laotusaeg nii, et toitainete vabanemisel oleks põllul keegi neid tarvitamas – eelistatult taim 😊
- Mullaelustik toimetab aeglaselt ka lume all sulas maas, nagu ka taimed
- Alles külmununa puhkab

# Mured laotamisel

---

- Ebaõige laotusnorm
  - Liiga lai või kitsas laotusesi (sõitude vahe!)
  - Liiga suur või väike kiirus laotusautomaatikata laoturiga töötamisel, sest ei tea väljalaadimise tootlikkust (või see lihtsalt ei huvita ☹)
- Rööpad põllus pehmele mullale laotamisel
  - Ebasobiv laotusaeg – põld ei arvesta seadust
  - Liiga suur erisurve pinnale, seda saab muuta!
- Kile ja kivid/metall materjalis

# Mass on kurja juur

---

- Sõnniku laotamisel veetakse suuri koguseid
  - Mööda teed – probleemid teede kandevõimega
  - Põllul – tallab mulda, muljub taimi
- Mida vähem sõnnikut korraga ühes punktis viibib, seda väiksem on koormus mullale
- Rööpad tekivad siis, kui koormus mulla pinnale ületab selle kandevõime
  - Erisurve on mass jagatud pindalaga

# Vooliktoiteline laotus

---

- Puudub sõnnikupaak, sõnnik antakse ette survevoolikuga
- Väiksem surve pinnale
- Varem põllule
- Väiksem pinnakahjustus



# Lahutatud ettevedu

---

- Ettevedu ja laotus tasub lahutada
- Rasked kõrge rehvirõhuga masinad ei tule põldu tallama vaid püsivad hea kandevõimega teel
- Laotur ei oota etteveo taga, efektiivsus kasvab



# Erisurve vähendamine

---

- Massi vähendamine vähendab ka tootlikkust
- Pinda saab suurendada hõlpsamalt
  - Suurem ratas, ei pruugi alati mahtuda pöörlema
  - Väiksem rehvirõhk on mullasõbralik, kui soovitud kiirus ja kandevõime klapiavad
- Kui põld on liiga märg, et kasutuskõlbliku rõhuga töötada, siis järelikult on liiga märg töötamiseks☹
- Vägisi tehes rikud rohumaa kamara

# Sõnnikukasutuse parandamine

---

- Vedada talvisel ajal sõnnik kaugematele põldudele vaheladustushoidlatesse
  - Et hooajal ei raisataks aega transpordile
- Laotada väiksemaid koguseid ka peale rohusöödakoristust rohumaal, mitte ainult harimise alla kevadel või sügisel
- Laotada väiksemaid koguseid viljaorastele
- Realiseerida liigset sõnnikut tootena 😊

# Separeerimine

- Vedelsõnnikust separeeritud tahedat fraktsiooni saab/tasub vedada kaugemale



# Kokkuvõtteks

---

- Looduses on olemas normaalne toitainete ringlus, mis ei tekita probleeme – liitu sellega
- Majanduslik surve tootmise kontsentreerumiseks tekitab **liigset** toitainete kogunemist
- Kasutamata toitained liiguvad veega paratamatult ära, saastades seda
- Vee oleme saanud laenuks oma lastelt!



**Eesti  
Taimikasvatuse  
Instituut**



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeeringud  
maapiirkondadesse

**Täna teid!**

[taavi.vosa@etki.ee](mailto:taavi.vosa@etki.ee)