

VILJAKUIVATI VALIKU ALUSED

Arvi Kallas

Eesti Maaviljeluse Instituut

Abstract. Kallas, A. 2006. *The Bases for Selection of Grain Dryers.* – *Transactions of ERIA* 71, 153–162.

The main purpose of this work was to present the basic information for choosing grain dryers for farms by different size. The main criterion for their choice is drying costs. For calculations of drying costs special algorithms were compiled. Different input dates for calculations are presented. These were got by analysing different dates of extra costs of grain drying plants of different size, real capacities of dryers (the dependence of initial and final moisture content of grain and drying air temperature), energy consumptions etc. In the article there are presented concrete recommendations for choosing suitable grain dryers.

Keywords: grain dryers, selection, costs, energy consumption

Arvi Kallas, Department of Mechanization, Estonian Research Institute of Agriculture, 13 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia

Sissejuhatus

Eesti põllumajandusettevõtetes on viljakuivateid veel vähe. Kuivatite vähesus venitab väga paljudes ettevõtetes teravilja ja rapsi koristustöid. Palju kasutatakse ka vanu ebaökonomseid nõukogudeaegseid kuivateid. Kui teravilja kasvupind Eestis on 330 ja rapsiseemnel 60 tuh ha, siis on teravilja ja rapsi keskmiste saagikuste, vastavalt 2,5–3,5 ja 1,4–2,2 t ha⁻¹ korral vajalik soetada uusi kuivateid vastavalt kogutootlikkusega (niiskusega 18% vilja kuivatamisel niiskuseni 14%) 3841–6849 t h⁻¹ (investeeringu-nõudlus 576–1027 milj krooni).

Alates 2003. a., kui hakati SAPARD-i rahadega toetama ka kuivatiseadmete soetamisi hoogustus uute nüüdisaegsete viljakuivatlate ehitamine. Eksperthinnangul investeeriti 2003–2005. a. uutesse kuivatiseadmetesse kokku ca 220 milj kr, mis on aga 21,4–38,2% investeeringuvajadusest. Seega on kuivatite alal arenguruumi veel küllalt.

Uute viljakuivatite, -puhastite jms seadmete valik on suur. Eesti põllumajandusettevõtted saavad osta 6 riigi 16 kuivatifirma mitusada erinevat tüüpi ja marki ning tootlikkusega kuni 70 t h⁻¹ (kui vilja niiskust vähendatakse 4% võrra) kuivateid, viljapuhasteid, ventileerpunkreid jms seadmeid. Põllumehi huvitab, kui suure tootlikkusega ja millise tehnoloogiaga viljakuivatla peaks ehitama. Artiklis esitatakse põhilised kriteeriumid ja soovitusel teraviljakuivatite valikuks ja kuivatlate ehitamiseks sõltuvalt kuivatamist vajavast vilja- ja rapsikogusest, niiskusest, kuivtlaseadmete, ehitiste ja energia hindadest.

Materjal ja meetodika

Põllumeestel tuleb sobiva kuivati valikul leida vastused järgmistele küsimustele:

1. Kas paigutada uus kuivati, seemnepuhastid jms olemasolevasse või uude hoonesse või õue?
2. Kas soetada pidevtoimeline (lüh. pidevkuivati) või tsükliline kuivati?

3. Kas osta paikne või teisedatav kuivati (rändkuivati)? Paiksed kuivatid on täiuslikumad, suurema tootlikkusega ja kuivatustehnoloogiaketti paremini sobitatavad. Rändkuivatid on kiiresti tööle rakendatavad, kuid tehnoloogiliselt jäävad need alla paiksetele kuivatitele. Rändkuivatid sobivad väiksematele ettevõtetele. Nende põhieelised – need saab kiiresti tööle rakendada (pole vaja ehitusprojekti ja montaažtöid) ja näiteks ühiskasutuses oleva kuivati saab kiiresti teisaldada ühest talust teise.
4. Kas kuivatis saab kuivatada ka väikesi seemnekoguseid? Seemnevilja kuivatamiseks tuleks eelistada šahtkuivateid, kus kuivatusõhu kanaleid saab ridade kaupa klappidega sulgeda, mis võimaldabki kuivatada vilja ka siis, kui kuivati ei ole vilja täis.
5. Kui suur peaks olema kuivati vajalik passitootlikkus? Kuivati tuleks alati soetada teatud varuga, sest aastad ei ole vennad – aastate viisi erinevad nii seemnete saagikused, kui niiskused pärast koristamist.
6. Mis on peakriteerium kuivati ostul? Kuivati hind ei ole valikul kõige tähtsam näitaja. Nagu traktori, kombaini jt keerulisemate masinate-seadmete puhul tuleb ka kuivati puhul arvestada kuivati kompleksust, teeninduse ja kuivati puhul loomulikult ka projekti koostamise ning kokkupaneku juhendamise kvaliteeti ja kiirust jms. Nüüdisaegsete viljakuivatite soetamisel on peakriteeriumiks kuivatuskulud.

Nendele küsimustele vastuste leidmiseks on vajalik teada rida lähteandmeid:

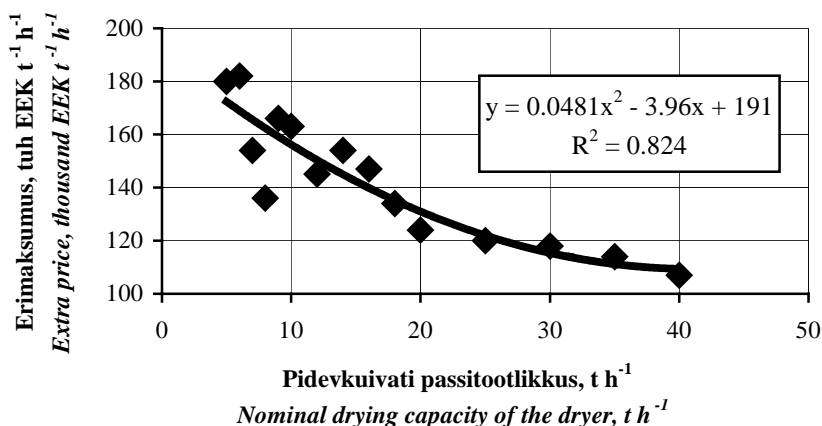
- teraviljakuivatite jt masinate-seadmete hinnad ja erihinnad;
- teraviljakuivatlate sobivad tehnoloogiaskeemid ja masinate-seadmete koosseisud;
- teraviljakuivatlate ja -hoidlatega ehitusmaksumused ja eriehitusmaksumused;
- teraviljakuivatite jt masinate-seadmete tegelikud tootlikkused;
- energia erikulud vilja kuivatamisel, puhastamisel-sorteerimisel jms;
- kuivatite jt seadmete korrashoiukulud.

Sobiva kuivati valiku põhikriteeriumiks on kuivatuskulud. EMVI-s on koostatud ja kodulehel www.eria.ee kättesaadavad järgmised algoritmid vilja kuivatus-, puhastus- jm kulude arvutamiseks:

- tsükliline teraviljakuivati;
- kuivatusaeg tsüklilistes kuivatites;
- pidevtoimeline teraviljakuivati;
- vilja niiskust arvestavad kuivati tootlikkuse paranduskoefitsiendid;
- külmõhkuivati;
- niiske söödavilja konservimiskulud;
- seemnevilja puhastus-sorteerimiskulud;
- seemnevilja puhtimiskulud.

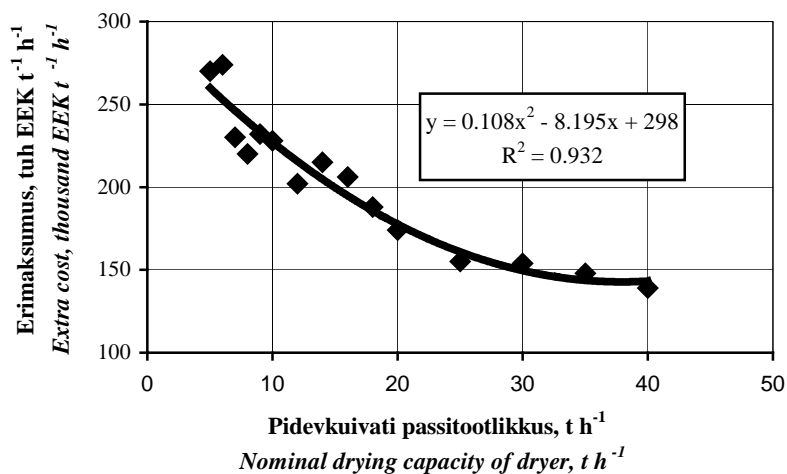
Tulemused ja arutelu

Teraviljakuivatlates olevate kuivati seadmete ning ehituslike osade maksumused ja erimaksumused sõltuvalt pidevtoimeliste šahtkuivatite passitootlikkusest (kui vilja niiskust vähendatakse 4% võrra, so 18%-lt 14%-le ja kui kuivatusõhu temperatuur on 80 °C) ja tsükliliste šahtkuivatite mahust selgitati põllumajandustootjate hulgas tehtud küsitluste ja kirjanduse andmete alusel. Arvutustulemused on esitatud joonistel 1, 2, 3 ja 4, kust selgub, et mida suurema tootlikkusega või mahuga on šahtkuivati, seda väiksem on erimaksumus.



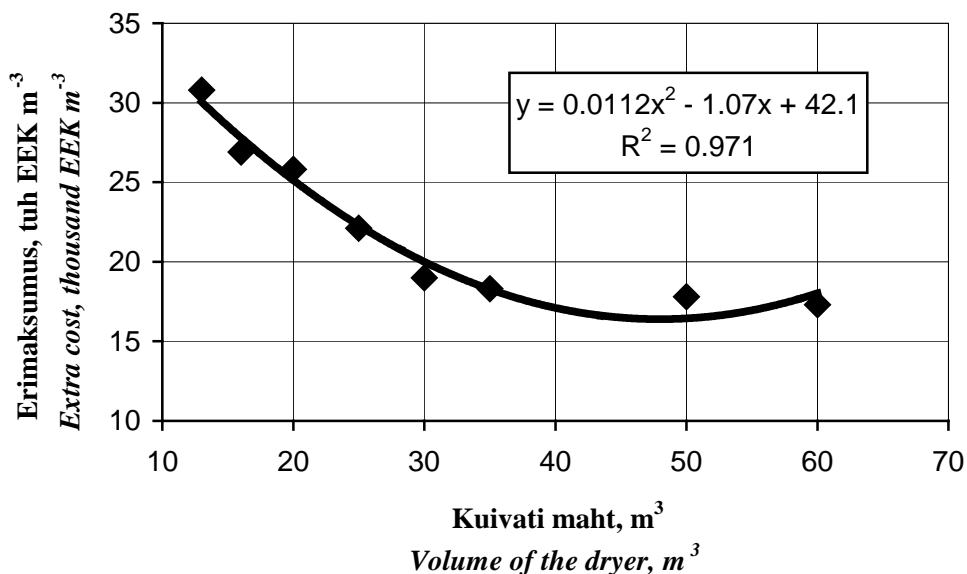
Joonis 1. Pidevtoimeliste šahtkuivatite baasil ehitatud viljakuivatla seadmete erimaksumus

Figure 1. Extra cost of drying equipment in grain drying plant, built on the base of continuous flow dryers

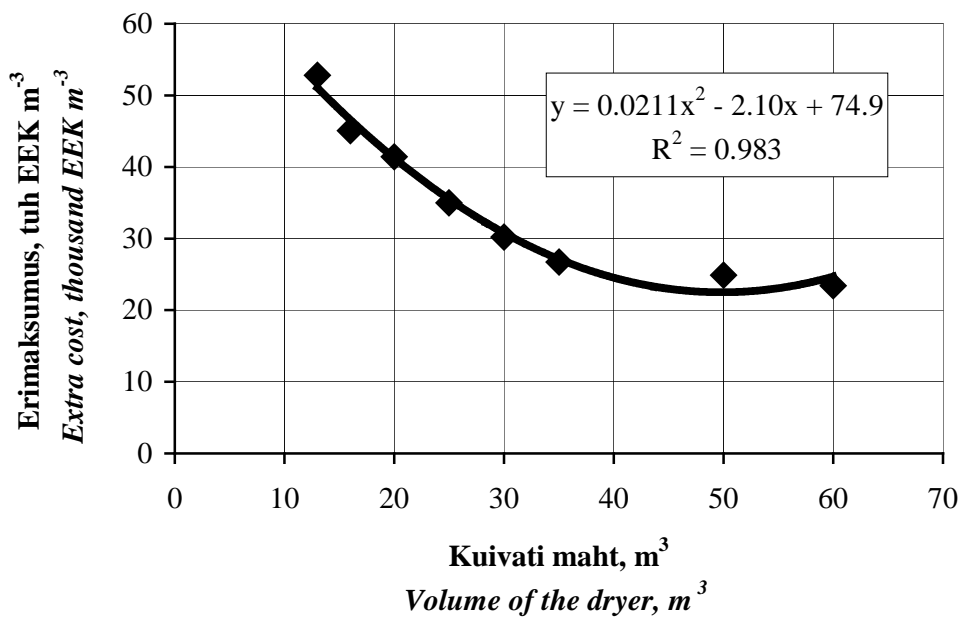


Joonis 2. Pidevtoimeliste šahtkuivatite baasil ehitatud viljakuivatla erimaksumus

Figure 2. Extra cost of grain drying plan, built on the base of continuous flow dryers

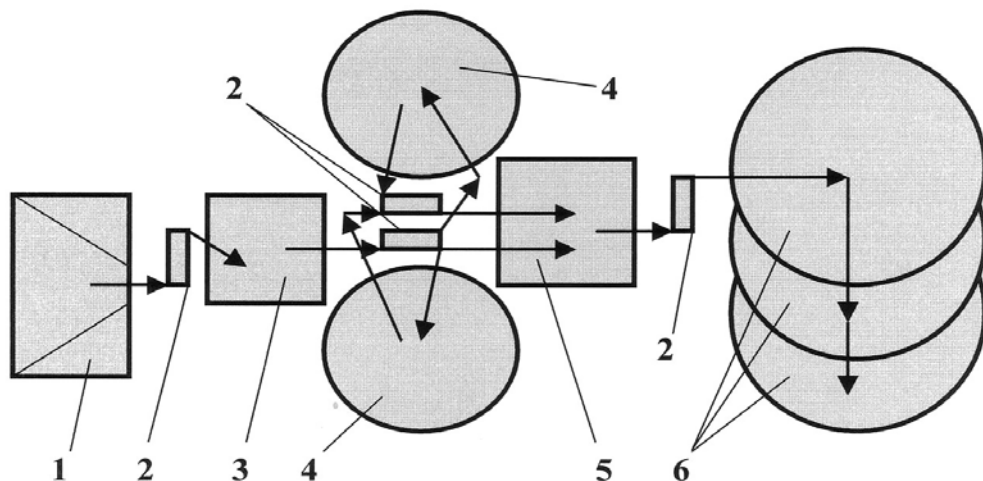


Joonis 3. Tsükliliste šahtkuivatite baasil ehitatud viljakuivatla seadmete erimaksumus
Figure 3. Extra cost of grain drying equipment in grain drying plants, built on base of continuous flow batch dryers



Joonis 4. Tsükliliste šahtkuivatite baasil ehitatud viljakuivatlate erimaksumus
Figure 4. Extra costs of grain drying plants, built on the base of continuous flow batch dryers

Joonisel 5 on esitatud šahtkuivatite baasil ehitatud viljakuivatla enamlevinud tehnoloogilise protsessi üldskeem. See on võetud aluseks pidevtoimeliste šahtkuivatite investeringunõudluste ja kuivatuskulude kalkuleerimisel. Tsükliliste viljakuivatitel asub lihtsa ehitusega pneumoeelpuhasti vahetult kuivatuskambri peal.



Joonis 5. Teraviljakuivatla tehnoloogilise protsessi üldskeem: 1 – vastuvõtupunker; 2 – koppelevaator; 3 – eelpuhasti; 4 – ventileerpunker; 5 – kuivati; 6 –viljahoidla

Figure 5. The overall scheme of a grain drying plant: 1 – intake bin; 2 – bucket elevator; 3 – pre-cleaning machine; 4 – ventilated bin; 5 – dryer; 6 –grain storage

Vilja kuivatuskulude arvutamiseks eespoolnimetatud algoritmide abil on vajalikud veel järgmised lähteandmed kuivatite töövaatlustega, firmade prospektidest jms. (tabelid 1, 2 ja 3). Tabelis 1 esitatud kuivati tootlikkuse koefitsiendid on arvatud lääne firmade šahtkuivatite kasutusjuhendites olevate tehniliste andmete alusel.

Tabel 1. Lääne firmade šahtkuivatite tootlikkuse sõltuvus kuivatatusõhu temperatuurist
Table 1. The dependence of capacities of western continuous flow grain dryers on drying air temperature

Kuivatatusõhu temperatuur, °C <i>Drying air temperature, °C</i>	70	80	90	105	125
Kuivati tootlikkuse koefitsient <i>Coefficient of grain dryer capacity</i>	0,80	1,00	1,15	1,45	1,85

Viljakuivatite potentsiaalsete aastatootluste kalkuleerimisel arvestati ka tabelis 2 esitatud koefitsiente. Lääne kuivatite passitootlikkus on niiskusega 18% vilja kuivatamine niiskusega 14%, so kuivati tootlikkus, kui vilja niiskust vähendatakse 4% võrra.

Tabel 2. Viljakuivati tootlikkuse sõltuvus vilja alg- ja lõppniiskusest**Table 2.** The dependence of grain dryers capacity on initial and final moisture content of grain

Vilja lõppniiskus, % <i>Final moisture content, %</i>	Vilja algniiskus, % / <i>Initial moisture content, %</i>						
	18	20	22	25	28	30	35
15	1,29	0,93	0,75	0,57	0,46	0,40	0,30
14	1,00	0,80	0,64	0,52	0,46	0,38	0,29
13	0,81	0,69	0,59	0,48	0,40	0,35	0,27
12	0,67	0,60	0,52	0,42	0,35	0,32	0,25

Ühe kuivatitäre vilja kuivatusaeg tsüklilistes šahtkuivatites sõltub kuivatava vilja algniiskusest ja kuivatustemperatuurist. Eestis töötavate Soome firmade tsükliliste šahtkuivatite töövaatluste alusel koostatud kuivatusajad on esitatud tabelis 3.

Tabel 3. Kuivatusaeg (tundi) tsüklilistes šahtkuivatites sõltuvalt vilja niiskusest, kui vilja lõppniiskus on 13–14% ja kuivatusõhu temperatuur 70–75 °C**Table 3.** The dependence of drying time in continuous flow batch dryers on moisture content of grain if the final moisture content of grain is 13–14% and the drying air temperature is 70–75 °C

Vilja algniiskus, % <i>Initial moisture content of grain, %</i>	18	20	22	25	28	30
Kuivatusaeg, h / <i>Drying time, h</i>	2,7	4,1	5,4	7,5	9,5	10,9
Kuivati täitmise ja tühjendamise ja vilja jahutamise aeg kokku, h <i>Total time for loading and emptying the dryer and for cooling of grain, h</i>	3,0–2,7 (keskmine / average 2,3)					
Ühe kuivatitäre kuivatamise aeg kokku, h <i>Total time for drying the grain of one full dryer, h</i>	5,0	6,4	7,7	9,8	11,8	13,2

Erinevates viljakuivatites erineva niiskusega vilja kuivatamisel saadud tegelike kütusekulude alusel saadud soojusenergia erikulud on esitatud tabelis 4.

Tabel 4. Soojusenergia erikulu viljast 1 kg vee eemaldamiseks (kcal kJ⁻¹)**Table 4.** Specific consumption of heat energy for removal 1 kg water (kcal kJ⁻¹)

Kuivati <i>Dryer</i>	Soojusenergia erikulu, kui vilja niiskus väheneb <i>Specific consumption of heat energy if the moisture content of grain will diminish</i>		
	20 – 14 = 6%	25 – 14 = 11%	30 – 14 = 16%
Pidevtoimeline šahtkuivati <i>Continuous flow dryer</i>	1300/5447	1250/5238	1200/5028
Tsükliline šahtkuivati <i>Continuous flow batch dryer</i>	1325/5552	1275/5342	1225/5133

Tabelites 5 ja 6 on esitatud EMVI-s väljatöötatud algoritmide abil arvatud teravilja kuivatuskulud erineva tootlikkusega pidevtoimelistes ja tsüklilistes šahtkuivatites. Kuivatuskulude arvutamisel lähtuti veel järgmistest lähteandmetest:

- vilja algniiskused - 20, 25 ja 30% ning lõppniiskus 14%;
- niiske vilja mahumass – 600 kg m⁻³;
- vedelkütuse hind – 8 EEK l⁻¹;
- elektrienergia hind – 1,15 EEK kWh⁻¹;
- viljakuivataja töötasu – 50 EEK h⁻¹.
- korrashoiukulud – seadmed 1% seadmete ja ehitus 0,3% ehituskonstruksioonide ja kommunikatsioonide maksumustest.

Table 5. Teravilja kuivatuskulud pidevtoimelistes šahtkuivatites
Table 5. Drying costs in continuous flow dryers

Passi- tootlik- kus, t h ⁻¹ (4%) Nominal capacity, t h ⁻¹ (4%)	Kuivatuskulu ja kuivati aastatootlus, kui vilja niiskus väheneb <i>Drying costs and year productivity of the dryer if moisture content of grain will diminish</i>					
	20 – 14 = 6%		25 – 14 = 11%		30 - 14 = 16%	
	Tootlus, t <i>Productivity, t</i>	Kulu / cost EEK t ⁻¹	Tootlus, t <i>Productivity, t</i>	Kulu / cost EEK t ⁻¹	Tootlus, t <i>Productivity, t</i>	Kulu / cost EEK t ⁻¹
<i>Kuivati tööaeg aastas on 200 h / Total time of the dryer in a year is 200 h</i>						
5	720	245,5	468	395,7	342	547,4
10	1440	217,6	936	353,9	684	488,4
20	2880	184,2	1872	302,5	1368	418,1
30	4320	173,8	2808	286,6	2052	396,4
<i>Kuivati tööaeg aastas on 250 h / Total time of the dryer in a year is 250 h</i>						
5	900	200,2	585	327,2	428	452,0
10	1800	193,6	1170	317,0	855	438,0
20	3600	165,9	2340	274,4	1710	379,7
30	5400	157,3	3510	261,1	2565	361,5
<i>Kuivati tööaeg aastas on 300 h / Total time of the dryer in a year is 300 h</i>						
5	1080	184,7	702	303,3	513	419,2
10	2160	177,6	1404	292,4	1026	404,4
20	4720	153,7	2808	255,7	2052	354,0
30	6480	146,2	4212	244,1	3078	388,2
<i>Kuivati tööaeg aastas on 400 h / Total time of the dryer in a year is 400 h</i>						
5	1440	165,2	936	273,4	684	378,3
10	2880	157,7	1872	261,7	1368	362,4
20	5760	138,5	3744	232,2	2736	322,0
30	8640	132,4	5616	222,9	4104	309,2

Tabel 6. Teravilja kuivatuskulud tsüklilistes šahtkuivatites**Table 6.** Grain drying costs in continuous flow dryers

Kuivati / Dryer		Kuivatuskulud, kui vilja niiskus väheneb, EEK t ⁻¹ Drying costs if moisture content of grain will diminish, EEK t ⁻¹		
Maht Volume, m ³	Aastatootlus, t Productivity per year, t	20 – 14 = 6%	25 – 14 = 11%	30 – 14 = 16%
30 kuivatitait aastas / 30 full dryers per year				
20	360	296,5	389,8	477,1
30	540	240,8	327,1	407,9
40	720	225,9	308,8	386,2
60	1080	205,4	289,7	356,4
45 kuivatitait aastas / 45 full dryers per year				
20	540	239,9	333,0	420,6
30	810	199,5	285,7	366,5
40	1080	187,8	270,7	348,1
60	1620	171,8	256,1	322,9
60 kuivatitait aastas / 60 full dryers per year				
20	720	211,7	304,7	392,3
30	1080	178,8	265,0	345,8
40	1440	168,8	251,6	329,0
60	2160	155,0	239,3	306,1
75 kuivatitait aastas / 75 full dryers per year				
20	900	194,7	287,8	375,3
30	1350	166,3	252,6	333,4
40	1800	157,3	240,2	317,6
60	2700	145,0	229,3	296,1

Tabel 7. Vedela kuivatikütuse kulu**Table 7.** The consumption of liquid fuel in grain drying

Vilja niiskuse vähenemine Diminishing the moisture content of grain	20 – 14 = 6%	25 – 14 = 11%	30 – 14 = 16%
Vedelkütuse kulu kuivatamisel, l t ⁻¹ The consumption of liquid fuel in drying, l t ⁻¹	10,7	18,8	26,3
Vedelkütuse hind, EEK l ⁻¹ The price of liquid, EEK l ⁻¹		8	
Vedelkütuse maksumus kuivatuskuludes, EEK t ⁻¹ The price of liquid fuel in drying costs, EEK t ⁻¹	85,6	150,4	210,4
Sama EEK ha ⁻¹ , kui vilja saagikus on 3 t ha ⁻¹ The same EEK ha ⁻¹ if the yield of grain is 3 t ha ⁻¹	256,8	451,2	631,2
Sama EEK ha ⁻¹ , kui vilja saagikus on 5 t ha ⁻¹ The same EEK ha ⁻¹ if the yield of grain is 5 t ha ⁻¹	428,0	752,0	1052,0

Järeldused (soovitused viljakuivatite valikuks)

Eesti põllumajandusettevõtetest kogutud ja analüüsitud info alusel on soovitatav viljakuivatite valikul lähtuda järgmistest soovitustest:

- kõikides uutes lääne kuivatites on rakendatud nüüdisaegne kuivatustehnoloogia. On aga rida näitajaid, mida kuivati valikul võiks silmas pidada;
- lääne kuivatite tegelikud tootlikkused on 1,25–2 korda väiksemad, kui on kuivatite reklaamprospektides esitatud. Kuivatite passitootlikkused antakse reeglina ühtlase algniiskuse ja küpsusega vilja kuivatamisel. Eesti oludes on aga vili peaaegu alati ebahühtlaselt valminud (ka küps vili sisaldab tihti rohekaid, väga niiskeid teri), mis põhjustabki kuivatite tegeliku tootlikkuste languse. Kui vilja kuivatatakse kuivatusõhu temperatuuriga alla 80 °C, siis on ka tegelik tootlikkus vähemalt tabelis 1 esitatud koefitsientide võrra väiksem;
- kuivati ost on majanduslikult tasuv, kui pidevtoimelistes šahtkuivatites kuivatatakse aastas passitootlikkuse 1 t h⁻¹ (vilja niiskuse vähendamisel 4% võrra) kohta vähemalt 180–200 t vilja ja tsüklilistes šahtkuivatites kuivatatakse vähemalt 50 kuivatitit vilja aastas. Eelsoojendades vilja enne kuivatisse laadimist ja jahutades selle pärast kuivatamist ventileerpunktris on tsüklilises šahtkuivatis aastas kuivatatud koguni 160 kuivatitit vilja ja rapsiseemet;
- lääne puhta sooja õhuga töötavates šahtkuivatites kulub niiskest viljast 1 kg vee eemaldamiseks soojusenergiat 1200–1350 kcal. Kuivatusõhu retsirkulatsioon-süsteemiga šahtkuivatites on aga soojusenergia erikulu kõigest ca 1000 kcal. Mida niiskemat vilja kuivatatakse, seda väiksem on soojusenergia erikulu vilja kuivatamisel (tabel 4);
- šahtkuivatite kuivatuskambrite ja kuivatusõhu torustiku katmine soojus-isolatsioonikihiga (klaas- või kivivill, penoplast) vähendab soojusenergia erikulu vilja kuivatamisel 10–20%, kuid augustikuu lõpu ja septembrikuu jahedatel öödel kuni 2 korda (Soome andmed);
- nüüdisaegsed vedelkütusepõletid ja kuivatisahjud võimaldavad kvaliteetse vedela või gaasilise kuivatikütuse korral kuivatada vilja ka koldegaaside ja õhu seguga. Soojusenergia kokkuhoid koldegaaside ja õhu seguga töötavates kuivatites on keskmiselt 15%;
- lääne kuivatite korrashoiukulud on kuni 7 aasta vanuste šahtkuivatite juures väga väikesed – kõigest kuni 1% kuivati hinnast;
- teraviljakuivati on soovitatav osta alati teatud varuga, sest “aastad ei ole vennad” ja Eestis on iga 10 aastase perioodi sees 2–3 väga halva koristusilmastikuga aastat, kus tuleb kuivatada tavalise kuni 22%-lise niiskusega vilja asemel kuni 35%-lise niiskusega vilja;
- lääne kuivatifirmad valmistavad üha enam õues töötamiseks ettenähtud viljakuivateid. Kasutuskogemused näitavad, et need töötavad edukalt õues ka Eesti kliimatingimustes;
- viljakuivatlates kasutatakse vilja teisaldamiseks 2 tehnoloogiavarianti:
 - 1) koppelevaatorite+valgtorudega ja
 - 2) koppelevaatorite+valgtorude+rõht- või kaldkonveieritega. Lisakonveierite 5–10%-line lisamaksumus tõstab vilja kuivatuskulusid 2,5–4,5%;

- kuivatid levitavad tolmu ja nende ventilaatorid tekitavad palju müra. Mitu kuivatifirmat pakuvad nende pahede vältimiseks summuteid ja tolmufilter-ventilaatoreid. Kui palju need seadmed tõstavad kuivatuskulusid:
 - 1) kui summuti tõstab kuivatihinda 2,5–3%, siis kuivatuskulud suurenevad kõigest keskmiselt 1% võrra;
 - 2) kui tolmufilter-ventilaator tõstab kuivatihinda kuni 5%, siis kuivatuskulud suurenevad keskmiselt 2% võrra;
- õues olevate šahtkuivatite ülaossa on soovitatav paigaldada ventilaator, mis tõmbab seal pidevalt ära tolmu ja muud kerged lisandid, mis muidu jahedate ilmade korral tekkiva kondensvee tõttu settivad nii kuivatuskambri ja koppelevaatori ülaosa kui ka valgtorude siseseinte külge;
- lääne ventileerpunktid vajaksid niiske vilja õhustamiseks suuremaid ventilaatoreid;
- mida suurema tootlikkusega töötavad koppelevaatorid jt konveierid, seda vähem vigastavad need viljateri: mida suurem koppelevaator, seda suurem on portsjonkuivati tootlikkus;
- väga pikad ja suure kadenurga alla paigutatud valgtorud vigastavad viljateri;
- kuivatiomanikel on kasulik teha teenustööd: kui näiteks kuivati tootlikkusega 20 t h^{-1} töötab aastas 200 h, siis niiskusega 25% vilja kuivatamisel on aastatootlus on 1872 kuivatuskulud $302,5 \text{ kr t}^{-1}$. Kui aga selle kuivati tööaeg aastas on 400 h, siis on potentsiaalne aastatootlus 3744 t ja kuivatuskulud $232,2 \text{ kr t}^{-1}$ (rahavõit $70,3 \text{ kr t}^{-1}$);
- mõned levinumad vead vilja kuivatamisel:
 - 1) pidevtoimelised šahtkuivatid töötavad tsükliliste kuivatitena. Kui vilja niiskus on alla 25% saab nendes kuivatites edukalt ühe läbilaskega vilja kuivatada niiskuseni 13–14%;
 - 2) ei usaldata vilja lõppniiskuse automaatikaseadmeid. Paljudelt viljakuivatajatelt saadud info järgi on uutel kuivatitel need seadmed täiesti usaldusväärsed ja töökindlad;
 - 3) söödavilja kuivatatakse liiga madala temperatuuriga, tihti seemnevilja kuivatustemperatuuriga (terade temperatuur $40\text{--}45 \text{ }^\circ\text{C}$). Uurimused on näidanud, et isegi terade temperatuuriga $80 \text{ }^\circ\text{C}$ kuivatatud viljast tehtud jahu söönud sigade massi-iive ei olnud väiksem kui temperatuuriga $40 \text{ }^\circ\text{C}$ kuivatatud viljast tehtud lahuga. Soovitatav on söödavilja kuivatada teratemperatuuri $60\text{--}65 \text{ }^\circ\text{C}$, mille puhul on kuivati tootlikkus 2,5 korda suurem kui seemnevilja kuivatustemperatuuriga kuivatamisel.

Kasutatud kirjandus

- Linnutaja, A., Kallas, A., Pork, R. 1979. Söödavilja võib kuivatada ka temperatuuril 80°C . – *Sotsialistlik Põllumajandus*, (14), 521-522.
- Palva, R., Kirkkari, A-M., Pentti, S. 2006. *Viljan kuivauksen ja varastoinnin kustannukset*, 6, 1-6.