

# Blandning av olika spannmålskomponenter i torksilo

– Sker en separering?

Mixture of different grain components in a drying silo  
- Does separation takes place?

*Johanna Andersson*



## Blandning av olika spannmålskomponenter i torksilo

- Sker en separering?

Mixture of different grain components in a drying silo

- Does separation takes place?

*Johanna Andersson*

Handledare: Torsten Hörndahl, SLU, Biosystem och teknologi.

Examinator: Daniel Nilsson, SLU, Biosystem och teknologi.

Omfattning: 7,5 hp

Nivå och fördjupning: G1E

Kurstitel: Självständigt arbete i lantbruksvetenskap, G1E – Lantmästare – kandidatprogram

Kurskod: EX0942

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild: Johanna Andersson

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Torksilo, silo, blandning av spannmålskomponenter, Separering, variation i foder, omrörningsintervall, slaktgrisproduktion

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi



## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

# FÖRORD

Lantmästare -- kandidatprogrammet är en treårig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (hp). Inom programmet är det möjligt att ta ut två examina, en lantmästarexamen 120 hp och en kandidatexamen 180 hp. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Detta arbete är utfört under programmets andra år och arbetsinsatsen motsvarar minst 5 veckors heltidsstudier (7,5 hp).

Idén till studien kom från Torsten Hörndahl, som även varit handledare för arbetet, under ett lektionstillfälle i torkar och torkningsprocesser. Torsten nämnde då att en del lantbrukare väljer att blanda olika spannmålskomponenter i torksilon utan några belegg om det egentligen sker någon separering under tömning av silon. Detta fann jag intressant då gården jag arbetat på har från första året med torksilo blandat spannmålskomponenterna.

Ett varmt tack riktas till Johan Ivarsson, Gamla Wårslätt, som har ställt upp med att låta mig få ta prover från deras torksilo och för all hjälp under processen. Tack till Jan-Eric Englund som varit till stor hjälp med bearbetningen av materialet, och tillslut ett stort tack till min handledare Torsten Hörndahl.

Daniel Nilsson har varit examinator.

Alnarp, juni 2022

Johanna Andersson

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	3
SUMMARY .....	4
INLEDNING .....	5
BAKGRUND .....	5
SYFTE .....	5
MÅL .....	5
AVGRÄNSNING .....	5
LITTERATURSTUDIE .....	6
FÖRHINDRA SEPARATION I SILO .....	6
TORKSILON .....	8
BLANDNING AV SPANNMÅLEN UNDER TORKPROCESSEN .....	9
RÅVARORNA .....	9
MATERIAL OCH METOD .....	11
SORTERINGEN .....	12
RESULTAT .....	14
DISKUSSION .....	17
Slutsats .....	18
REFERENSER .....	19
BILAGOR .....	21
BILAGA 1 SPANNMÅLSPROVERNA .....	21
BILAGA 2. STATISTISKT TEST FÖR DE OLIKA PROVTAGNINGARNA .....	22
BILAGA 3. STATISTISKT TEST MELLAN PROVTAGNINGARNA .....	24

## SAMMANFATTNING

Torksilon kom till Sverige vid millennieskiftet och idag har många lantbrukare stor nytta av dess lagring på gården. Många använder torksilon för att blanda spannmålskomponenter till sin animalieproduktion. Detta utan att det finns några belägg om blandningen blir tillräckligt bra.

I detta arbete undersöks därför om inblandningen skiljer sig procentuellt mellan olika de provtagningarna vid tömning från silon. Det undersöks även om en tätare omrörning kan göra skillnad.

Det finns olika parametrar som kan påverka hur väl olika partiklar blandas med varandra och om det uppstår separation. Exempel på dessa är olika vikt, dimension och utseende på materialet i silon men även hur silon töms. Konsekvenserna av separationen är oönskade variationer för näringsinnehållet i fodret, vilket i sin tur kan leda till obalans i produktionen.

Gården som varit med i studien har under lång tid blandat spannmålskomponenterna i silon. Spannmålen har gått som foder till gårdens slaktsvinsproduktion. Under 2020 när provtagningarna började tas var inblandningen 65% korn, 7% vete och 28% rågvete. Totalt var det fyra olika provtagningstillfällen med olika blandningsintervall: Två hade ca 30 dagar (*lång*) och två ca en vecka (*kort*) efter att silon blandats om. Vid varje provtagning togs sex prov under tömningen av torksilon, dessa sorterades och vägdes.

Det som uppdagades under studien var att den procentuella teoretiska inblandningen i torksilon inte stämmer överens med den verkliga blandningen. Anledningen till detta är att korn lades in först i silon och omrörningskruvarna inte räcker ned till botten av silon utan lämnar en halv meter oblandat. Detta resulterar i att cirka 43 ton korn förblir orört från resterande blandning. Därav är det nya förväntade innehållet 62% korn, 8% vete och 30 % rågvete. Detta jämfördes sedan mellan de olika provtagningarnas innehåll. Vete och rågvete slogs ihop då dessa är snarlika i utseende och därav svåra att särskilja.

Den teoretiska jämförelsen i näringsinnehållet för det prov med störst avvikelse jämförs med förväntat, visar att den endast är 0,03 MJ/kg respektive 1,2 g smb råprotein jämfört med förväntade. Denna skillnad som finns i spannmålsblandningen är obetydlig och har därav sannolikt inte någon inverkan på djuren.

Den variation som sker i silon beror främst kring den oregelbundna omrörningen i silo och därav är rutiner kring tätare omrörning att föredra, främst vid lägre innehåll i silon.

Fler studier kring ämnet behövs då det är få med jordbruksprodukter, särskilt med åkerböna och ärtor då dessa är mycket olika spannmålskärnorna.

## SUMMARY

The drying bin came to Sweden at the turn of the millennium and today many farmers benefit greatly from its storage on the farm. Many people use drying silos to mix grain components for their animal production. This without any evidence if the mixture is good enough.

This work therefore studies whether the mixture differs in percentage between different samples taken when emptying the silo. It is also being investigated whether a more frequent mixing can make a difference.

There are different parameters that can affect how well different particles mix with each other and if separation occurs. Examples of these are different weight, dimension and appearance of the material in the silo but also how the silo is emptied. The consequences of the separation are unwanted variations in the nutrient content of the feed, which in turn can lead to an imbalance in production.

The farm that participated in the study has for a long time mixed the grain components in the silo. The grain has been used as feed for the farm's slaughter pig production. In 2020, when sampling began, the mixture was 65% barley, 7% wheat and 28% triticale. In total, there were four different sampling occasions with different mixing intervals: Two had about 30 days and two about a week after the silo was mixed again. At each sampling, six samples were taken during the emptying of the drying silo, these were sorted and weighed.

What was discovered during the study was that the percentage theoretical mixture in the drying silo does not correspond to the actual mixture. The difference was large between the content of the sampling and the proportion of pickled barley. The reason for this is that barley was first put into the silo and the mixing screws do not reach down to the bottom of the silo but leave half a meter unmixed. This results in about 43 tons of barley remaining untouched from the remaining mixture. Of this, the new expected content is 62% barley, 8% wheat and 30% triticale. This was then compared between the contents of the different samples. Wheat and triticale were combined as these are similar in appearance and therefore difficult to distinguish.

The theoretical comparison in the nutrient content of the sample with the largest deviation is compared with expected, shows that it is only 0.03 MJ / kg and 1.2 g digestible crude protein compared to expected. This difference in the cereal mixture is insignificant and is therefore unlikely to have an effect on the animals.

The variation that occurs in the silo is mainly due to the irregular mixing in the silo and routines around more frequent stirring are preferred, mainly at lower contents in the silo.

More studies on the subject are needed, mostly because they are few in the agricultural sector but also for mixtures with field beans or peas as these are very different grain kernels.



# INLEDNING

## Bakgrund

Den amerikanska modellen av torksilon kom till Sverige kring millennieskiftet och har sedan dess blivit allt mer vanlig på svenska gårdar. Torksilon har mellan 2 – 5 blandningskruvar som går runt under torkningen, detta för att kunna blanda spannmålen i silon så att det blir en jämn torkning. Om inte blandningen med skruvar skett hade partiet i silon inte torkat tillräckligt snabbt och risken för toxingrepp därmed varit stor. För att effektivisera gårdens lagring av spannmål till djuren finns det lantbruksföretag idag som blandar de olika spannmålskomponenterna i silon. Detta utan några belägg kring om blandningen i torksilon blir väl utförd eller inte.

## Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka och belysa om det sker separering mellan de olika spannmålskomponenterna i en torksilos samt om en ökad omrörning kan vara till hjälp.

## Mål

De parametrar som undersöks främst är följande.

- Blir spannmålsblandningen tillräckligt bra i en torksilo?
- Kan tätare omrörning i torksilon mellan tömningstillfällena leda till förbättring vad gäller eventuell separering mellan spannmålskomponenterna?

Målsättningen är att utifrån dessa parametrar ge den enskilde lantbrukaren underlag till eventuellt förbättrade rutiner kring tömning av torksilo.

## Avgränsning

Proverna är tagna från enbart en gård och från en typ av silo, Sukup torksilo. Spannmålen i silon har under 2020/2021 varit korn, vete och rågvete och är skördade på gården under hösten 2020. Det görs ingen ytterligare undersökning på andra gårdar och andra typer av silos eller spannmålsblandningar.

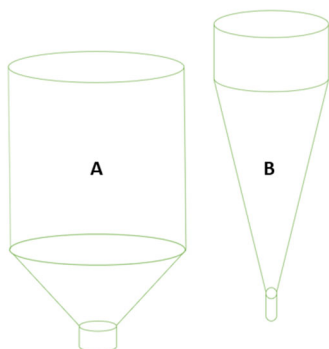
# LITTERATURSTUDIE

## Förhindra separation i silo

Att åstadkomma en enhetlig blandning av foder där kornen alltid är av olika form, storlek, densitet är fysikaliskt omöjligt (Larsson 1975). Separation sker främst när det är stor skillnad mellan det fina och det grova materialet. Ett foder som dock endast består av mjöl är separationen nästan obetydlig (Hörndahl 2008). De olika kornen beter sig olika under rörelse vilket leder till att blandningen skiktat sig. Separationen kan således leda till att det totala näringsinnehållet i fodret kan skilja sig så pass från den ursprungliga foderstaten att det kan påverka produktionen negativt (Larsson 1975; Regner 1995; Hörndahl 2008). Under tömning i silo utan separationshämmare, kunde utfodrat protein variera mellan 25% över respektive ca 40% under medelvärdet (Larsson 1982). Med åtgärder mot separation var fodrets sammansättning under tömningen betydligt jämnare vad gäller proteinhalt, askhalt samt kornstorleksfördelningen vid användning av separationshämmare (Larsson 1975).

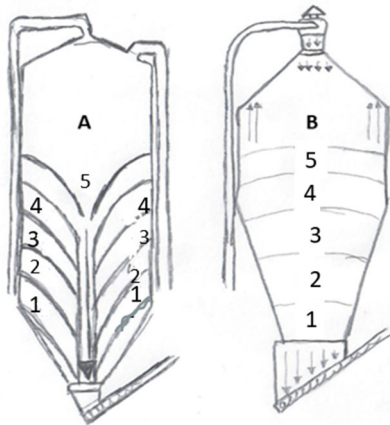
Det finns många åtgärder som kan göras för att minska separation vid påfyllnad av silo. Exempel på dessa kan vara att montera cyklon ovan silos. Det cyklonen gör är att bromsa upp luftflödet under påfyllningen så fallhastigheten minskas (Larsson 1975) och därmed minska en eventuell separation med ca 50% (Hörndahl 2008). En transportskrub är också bra metod att använda för att minska påfyllnadshastigheten.

Illustrationen i figur 1 nedan visar två olika modeller av silos (A och B), båda har olika förutsättningar då de har olika lutning i konen, diameter samt höjd. I en studie av Ketterhagen et. al (2007) gjordes fler olika studier för att undersöka separeringen experimentellt jämfört med en datasimulering för de båda silos som illustreras i figur 1. Målet för studien var att datasimuleringen ska efterlikna den verkliga. Materialet som används är olika blandningar av glaskulor som har olika dimensioner. Diametern för glaskulorna var 2,24 mm, 1,16mm och 0,521 mm, glaskulorna var relativt klotrunda i formen. De blandningar som användes i studien var 10% respektive 5% inblandning av finmaterial och blandningarna var väl blandade. Resultatet visar att när förhållandet mellan diametern på partiklarna ökar respektive när det finfördelade materialet minskar, ger en större benägenhet för materialet att separera sig. Detta gäller både under fyllning och tömning av de olika silos. Detta bekräftar studien av Larsson (1975) där 3 silos med olika fyllnings- och tömningsanordningar undersöktes med olika typer av foder.



Figur 1. Illustration av olika modeller av silos.

Vidare har studier med liknande silos som i figur 1 gjorts där olika tömningsmetoder använts för att undersöka separationen. I Bertuola et. als (2016) studie visas illustrationer kring hur snabbt separering sker i respektive silo. Tömningsmetoden för silo A i figur 1 har ett så kallat "trattflöde" vilket visualiseras av silo A i figur 2. Där skapas en v-formad rasbrant där foder med hög volymvikt åker ut först, medans fodret med lägre volymvikt stannar kvar längst kanterna (Göransson 2009). Den v-formade rasbranten samt att det grova materialet först åker ut kan även ses i Samadani et al. (2021) studie. Detta sätts i jämförelse med silo B i figur 1 som har massflödestömning. Här blir det mera först in, först ut. I denna silos kunde en betydligt mindre separering noteras och var in princip obefintlig.

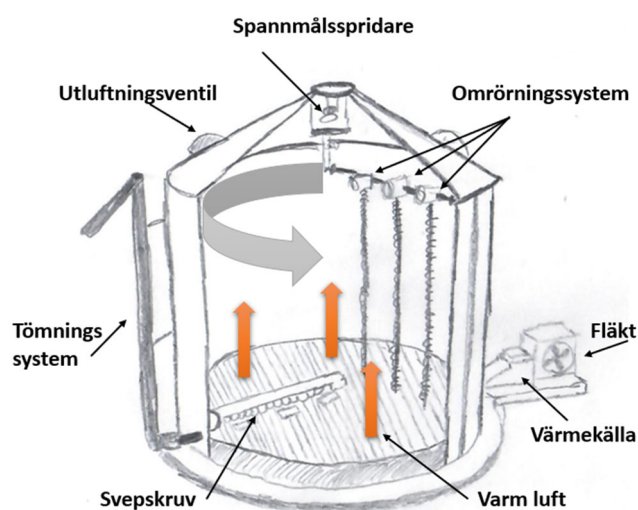


Figur 2. Illustration för hur tömning sker i silo med trattflöde (A) respektive massströmning (B). Sifforna 1 - 5 illustrerar de olika påfyllningarna.

## Torksilon

I Figur 3 nedan visas en illustration hur en torksilos är uppbyggd. Silon står på ett betongfundament. I detta fundament finns ett tätningsskikt för att fukten inte ska tränga in. De galvaniserade siloväggarna har utvändiga förstärkningarna. Golvet inne i silon är ett så kallat perforerat luftningsgolv. Mellan betongplattan och det perforerade luftningsgolvet är en luftkanal. Det är här den uppvärmda luften från torkfläkten blåses in och tränger i sin tur ut genom det luftperorerande golvet och torkprocessen börjar.

På taket av silon finns utluftningsventiler som leder ut den varma och fuktiga luften under torkning och luftning. Högst upp i centrum av silon finns anordning som sprider spannmålen jämnt i torksilon. Omrörningsskruvarna hänger lodrätt ned och förflyttas vågrätt utmed omrörningsbommen. Under tiden omrörningsbommen förflyttar sig runt om i silon förflyttas omrörningsskruvarna fram och tillbaka på bommen, vilket leder till att torr spannmål i botten lyfts upp och blandas med den våtare spannmålen högre upp. Vid en meters höjd av spannmål går det att starta torkningen i silon. Lagringshöjd för lagring och torkning av spannmål kan vara upp emot 7,5 meter (JL agriparts u.å).



Figur 3. Torksilosens uppbyggnad.

Vid tömningen sker det först ifrån öppningen genom ett centrerat utlopp i silon ned till en liggande tömningsskruv som tar spannmålen till en transportör som lyfter spannmålen för vidare transport in i anläggningen. Tömningen i torksilon efterliknar trattflöde. När spannmålen har sjunkit till en nivå där det inte längre kommer mycket från centrum, kan andra spjäll öppnas. Dessa är placerade ovanför tömningsskruven men längre ut från centrum. Inne i silon finns även en så kallad svepskruv. Denna används mot slutet av tömningen för att få med det sista ifrån silon. Svepskruven tar sig runt i silon över det perforerade golvet och leder till att silon nästan blir helt självtömmande (JL agriparts u.å).

## Blandning av spannmålen under torkprocessen

Lagringshöjden i torksilon kan vara upp mot 7 meter (Jonsson 2006). Däremot enligt amerikanska rekommendationer bör lagringshöjden under torkningsprocessen inte överstiga 5 meter, detta för att säkerställa en säker torkning och god hygienisk kvalitet på den inlagrade spannmålen (Jonsson 2019). Torkprocessen i torksilon är en långdragen process. Torkningen skulle ej fungerat utan omrörning då det tjocka lagret ger låga luftmängder och en hög temperatur för torkningen. För att nå en godtagbar jämn vattenhalt på spannmålen är det viktigt att omrörningskruvarna går minst en vecka efter den sista fuktiga spannmålen blandats in (Jonsson 2006). Skruvarna slutar dock ca en halvmeter över den perforerade plåten i silon. Detta för att de inte ska kollidera med tömningskruven. Detta resulterar i att det nedre skiktet aldrig blir omrört (Jonsson 2019).

## Råvarorna

Beroende på vilket ändamål spannmålen är till för krävs olika egenskaper för att uppfylla djurens behov. För en djurproducent är det främst näringsvärdet så som råprotein, energi, fibrer och aska med flera som är viktiga (BakkerArkema 1999).

I en rapport av Sloth och Poulsen (2021) illustreras hur råproteinets koncentration för vete och korn har varierat över tid. Detta understryker vikten av att känna till spannmålens näringsinnehåll för att kunna optimera ett så bra, kvalitativt foder som möjligt. De parametrar som analyserades var: råprotein, råfett, råaska, calcium, fosfor med flera (Sloth & Poulsen 2021).

Fodrets sammansättning beror främst till vilken kategori det gäller samt var i produktionen individen är i samt hur djuren presterar. För grisar som detta arbete riktar sig främst mot är de olika kategorierna sinsuggor, digiviningssuggor, smågrisar, tillväxtgrisar och slaktgrisar. De råvaror som det är mest kännedom om vad gäller sammansättning av de näringsmässiga och fysikaliska egenskaperna är spannmål-, majs-, soja-, och rapsprodukter (Svenska pig 2010).

I tabell 1 nedan visas de näringsinnehåll de olika spannmålslagen har (SLU 2021). Vete har högst energi och proteinhalt samt stärkelse och havren har lägre. Havre har dock andra fördelar så som att den innehåller mycket fett och fibrer, vilket är skonsamt för magen för de växande grisarna. Dock bör slaktgrisen få en restriktiv giva då den kan ge ett lösare späck på grund av det omättade fett i havren.

Tabell 1. Spannmålsens näringsinnehåll vad gäller energi och råprotein samt andra egenskaper.

	Energi (Nev)	Råprotein (gram)	Kommentar
Vete	12,1	12,1	Jämfört med korn och havre innehåller vete mer stärkelse och energi, där är även lågt fiberinnehåll i veten. Som fodermedel till gris är vete smakrikt och energirikt. (Svenska Foder u.å. <sup>a</sup> )
Rågvete	11,9	110	Smakligheten för rågvete är lite sämre. Vid höga inblandningar av rågvete och vete är det viktigt att tillsätta fibrer, detta då rågvete har en låg fiberhalt. Följderna kan vara magsår, minskad tillväxt samt ökad dödlighet hos grisarna. (Ewing 2011)
Korn	11,0	116	Går och utfodras till gris och korn kan uppgå till 100% av spannmålskomponenterna. Kornet har en god aminosyraprofil och ligger någonstans mellan vete och havre i fiber, stärkelse och energiinnehållet. (Svenska Foder u.å. <sup>b</sup> )
Havre	9,0	111	Innehåller mycket fett och fibrer vilket kan vara skonsamt för tarmen hos växande grisar. Protein hos havren har en god aminosyraprofil och är smakligt. (Svenska Foder u.å. <sup>c</sup> ) Havre innehåller även en del omättat fett, därför bör slaktgrisen få en restriktiv giva då det ger ett lösare späck på slaktkroppen. (Ewing 2011)

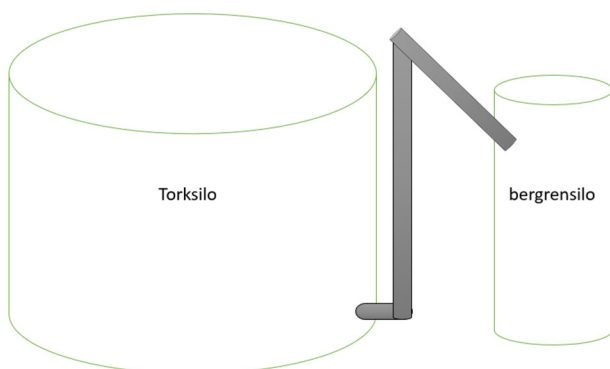
## MATERIAL OCH METOD

För att svara på frågeställningen togs sex olika prover vid fyra olika tillfällen. Dessa var fördelade så att två tillfällen hade långt (ca 30 dagar) och två hade kort tidsintervall (ca en vecka) efter att partiet blandats om. Spannmålsproven är tagna ifrån gården Gamla Wärslätts torksilo där spannmålen har använts till gårdens slaktsvinsproduktion. Torksilon är av märket Sukup och måtten för silon är diameter 12,81m och vägghöjd 8,97 vilket ger en torkkapacitet på cirka 800 ton. Silon fylldes först med höstkorn och därefter resterande spannmål, vårkorn, vete och rågvete. Invägd mängd framgår av tabell 2. Dessvärre finns ingen information om näringsinnehåll eller när torkning av spannmål avslutades. Uttagen från silon började vid månadsskiftet oktober – november 2020 och tömning från torksilon till foderanläggningen sker ca en gång per vecka och uttagens storlek är ca 10 ton per vecka.

Tabell 2. Andel av totalmängden i silon

Spannmål	Ton	Andel
Korn	480	65%
Vete	55	7%
Rågvete	211	28%
Totalt	746	100%

I figur 4 illustreras hur spannmålen färdas från torksilon till mellanlagret i en s.k. Berggrensilon, med hjälp av vågräta och lodräta skruvarna (gråa). Från den stående tömningsskruven faller spannmålen ned till den silo där spannmålsproverna är tagna. För att ta ett prov ifrån tömningsröret placerades en plastpåse i en håv för att enkelt fånga upp spannmålen under tömningen. En håv valdes för att säkerställa att plastpåsen inte åkte ned i silos under påfyllningen.



Figur 4. Illustration över flödet av spannmålen

Totalt gjordes fyra provtagningar under försöksperioden. I tabell 3 nedan ses de datum för provtagningarna samt de datum som blandningen senast gjordes och hur många dagar det var mellan dessa.

Tabell 3. Datum för provtagningstillfällena och antalet dagar efter senaste omrörning.

Prov	Senaste omrörning	Provtagning	Antal dagar sedan omrörning
1	2020-11-08	2020-12-12	34
2	2020-12-13	2020-12-19	6
3	2021-03-18	2021-04-17	30
4	2021-04-19	2021-04-25	6

## Sorteringen

Vid varje provtillfälle (fyra st totalt) togs sex prov under tömningen till berggrensilon. För att begränsa sorteringsarbetet valdes det att sortera prov nr ett, tre och sex. Den data som användes för att få fram resultatet går att se i bilaga 1. Rågvete och vete delades inte upp då dessa kärnor är mycket lika utseendemässigt och därav svåra att särskilja. Det första provet testades att sorteras med hjälp av en sorteringsmaskin. Detta krävde ändå en sortering för hand efteråt. Därför valdes det att sortera alla proven för hand. Processen gick till enligt följande:

- Varje provpåse vägdes upp och noterades.
- En deciliter från varje provpåse togs och vägdes.
- Provet sorterades upp för hand, korn för sig och rågvete + vete för sig. I figur 5 nedan visas hur en del av ett prov kunde se ut under sorteringen.
- Krossade kärnor som ej gick att identifiera samt boss och andra spannmålslag sorterades bort.

Mängden av de olika spannmålslagen vägdes och fördes in i tabell där ett medelvärde räknades ut.

Sammanställningen av det procentuella korninnehållet sattes in i ett t test, detta för att kunna se om en eventuell separering sker mellan provtagningarna. De provtagningar som jämfördes var de prov i november och i april.



Figur. 5 Del av ett spannmålsprov före sortering.

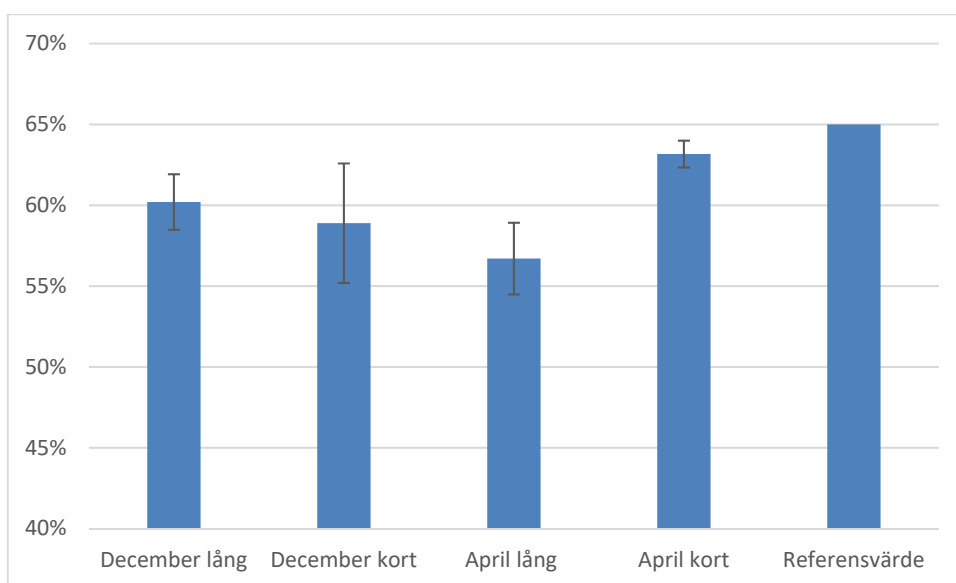


För att undersöka hur mycket genomsnittliga näringsvärdet påverkades av förändringen i blandningsförhållande användes SLU:s fodermedelstabell för gris (2021). Gris valdes för att spannmålen ska användas i slaktsvinsproduktionen. De parametrar som användes var energi (NEv MJ/kg) och smältbart råprotein (gram). De innehåll som jämfördes var den intagna varan i silon mot den sista provtagningen. Detta för att undersöka om näringsvärdet varierade mellan dem.

## RESULTAT

Samtliga prov i studien har en mindre andel korn jämfört med det teoretiska innehållet, detta på grund av den halvmetern korn som är orörd nedan omrörningskruvarna i silon. Detta upptäcktes genom att mätningarna skiljer sig i fördelningen mellan spannmålen ifrån referensvärdet.

I figur 6 nedan visas det procentuella medelvärdet från de olika provtagningarna samt spridningen mellan delproven. *Lång* respektive *kort* står för att de antingen har ca 30 respektive ca 6 dagar mellan blandning och provtagning.



Figur 6. Medelvärdet av inblandningen av korn och dess spridning mellan proven. "Kort" innebär att provet är taget ca 6 dagar efter blandning och "lång" att provet är taget ca 30 dagar efter omblandning i silon. Referensvärdet är den totala andelen korn som körts in i silon.

Eftersom skillnaden mellan referensvärdet och provtagningarna var så betydande, uppdagades att nedersta halvmetern med höstkorn förblir orörd i silon och det påverkar dess procentuella andel av blandningen. Därav reviderades beräkningar där den mängden inte är medräknad. För att få fram den mängd som inte rörs om räknas volymen ut för den yta som är berörd. För att få fram hur många ton det handlar om har riktvärdet på densiteten tagits från Agriwise (2009). I tabell 4 nedan visas uträkning för hur många ton korn det handlar om.

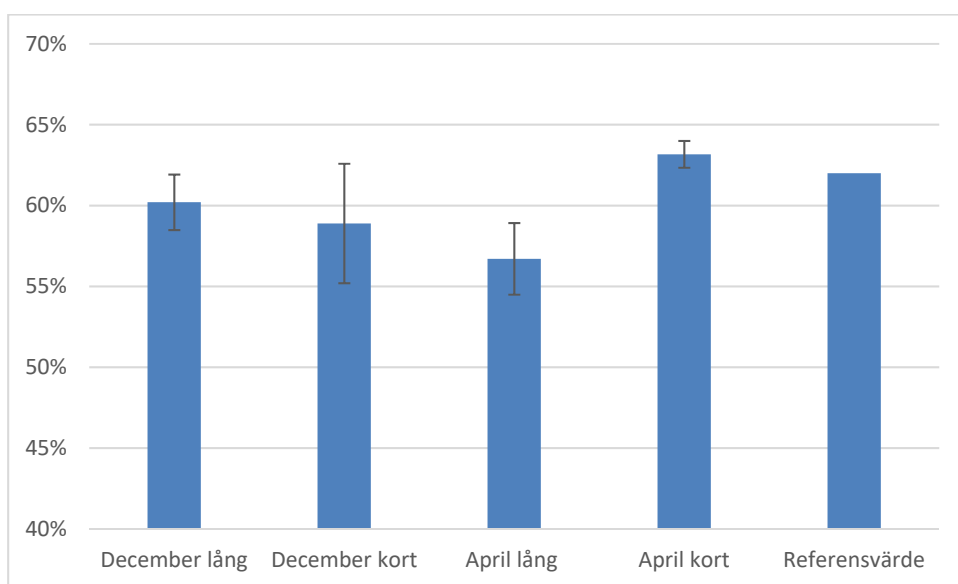
Tabell 4. Mängd korn som inte är blandat.

Volym för 0,5m höjd	64 m <sup>3</sup>
Densitet för korn	670 kg/m <sup>3</sup>
Totalt	43 000 kg 43 ton

Utifrån detta blir den mängd korn som blandas 43 ton mindre och därmed ny procentuell blandning vilket kan ses i tabell 5 nedan. I figur 7 nedan visas medelvärdet och dess spridning utifrån de nya siffrorna.

Tabell 5. Ny beräkning av totalmängden i silon.

Spannmål	Ton	Andel
Korn	437	62%
Vete	55	8%
Rågvete	211	30%
Totalt	703	100%



Figur 7. Medelvärdet av inblandningen av korn och dess spridning mellan proven. "Kort" innebär att provet är taget ca 6 dagar efter blandning och "lång" att provet är taget ca 30 dagar efter omblandning i silon. Referensvärdet är den totala andelen korn som körts in i silon efter ombearbetning.

Mellan provtagningarna i december finns det ingen statistisk skillnad, däremot finns det mellan aprilens provtagningar. Jämförs provtagningarna med referensvärdet finns det ingen signifikant skillnad mellan proven, däremot vad gäller *april lång* är det nära en signifikant skillnad. I Bilaga 2 och 3 visas resultatet av den statistiska bearbetningen.

I tabell 6 nedan visas den teoretiska beräkningen av det förväntade näringsinnehållet i torksilon vad gäller energi och råprotein innan uttag. Näringsvärdet baseras på SLUs fodermedelstabell och det genomsnittliga energiinnehållet blir då 11,4 MJ och 114,6 smb råprotein. Om detta jämförs med "april lång", då denna provtagning hade störst avvikelse från förväntad blandning. Avvikelsen av energi är 0,03 MJ/kg och avvikelsen i smältbart råprotein är 1,2 g/kg. Då vete och rågvetet aldrig delades på under sorteringen summerades dessa. Värdena för energi och råprotein är genomsnittsvärde för vete och rågvetet.

Tabell 6. Skillnaden mellan det teoretiska innehållet i spannmålsblandningen jämfört med aprils långa. \* är genomsnittligt innehåll för vete och rågvetet då dessa aldrig delades på under sorteringen.

	Andel	Energi (NEv) MJ/Kg	Andel energi	Smb råprotein, g	Andel protein
Korn	62%	11,0	6,82	116	71,92
Vete	8%	12,1	0,968	121	9,68
Rågvetet	30%	11,9	3,57	110	33
Totalt	100%		11,4		114,6
April lång					
Korn	57%	11	6,27	116	66,1
Vete/Rågvetet*	43%	12	5,16	115,5	49,7
Totalt	100%		11,43		115,8

## DISKUSSION

Torksilon har blivit allt mer vanligare, inte bara som lagringsilo utan även till att blanda sina spannmålskomponenter till sin animalieproduktion.

Enligt Ketterhagen et. al (2007) är separation förekommande vid skillnad i partikelstorlek samt olika egenskaper. Denna undersökning, där kornstorleken har varit relativt lika vid alla provtagningarna, visar att där är variation vid de olika tillfällena. Detta gör att det finns goda skäl till att göra fortsatta studier kring separation i lantbrukssilos. Valet av material i dessa studier skulle då främst vara foderrelaterade produkter.

Metoden som användes för att ta ut proverna i silon fungerade bra. Däremot sorterades inte alla 6 prov upp för varje provtagningstillfälle, detta då processen med att sortera proverna drog ut på tiden. Resultatet hade blivit säkrare om sorteringen av alla prov hade genomförts.

Resultatet visade att alla proven innehöll mindre korn än förväntat. Detta på grund av den nedersta 0,5 meter är oberörd då omröringsskruvarna inte når ned i detta parti i silon. Därav behövdes nya siffror kring det teoretiska innehållet tas fram. Tre av fyra medelvärden visar sig vara lägre än det nya justerade värdet, detta visar att blandningen varierar över tid. Lantbrukaren bör därför vara uppmärksam kring den 0,5 meter som förblir orörd fram tills tömning av silon men även vid beräkning av foderstat till djuren.

Blandningsintervallet mellan december och aprils provtagningar noterades aldrig i studien. Däremot går det att anta hur den har skett enbart genom att se variationen i medelvärdet från figur 7. Decembers provtagningar är relativt lika men minskning sker. Dock är dessa inte signifikanta skilda från referensvärdet. För aprils första provtagning är korninnehållet ännu lägre och en vecka efter den andra blandningen är kornets innehåll nästan lika med referensvärdet. Den första provtagningen i april är även nära en signifikant skillnad från referensvärdet. Utifrån denna observation bör blandningen mellan december och aprils provtagningar vara minimal. Därför är rutiner kring en tätare omrörning att föredra, detta för att undvika variation i blandningen särskilt när det är mindre spannmål i silon. Vad gäller denna undersökning uppdagades ändå att den variation som finns beror på en dålig blandning mellan provtagningstillfällena.

Den statistiska bearbetningen visar en variation mellan aprils provtagningar: Dock ligger detta till grund för de få omrörningar mellan december och april. Med enbart spannmål i silon är denna variation obetydlig för djurens näringsintag, vilket även kan ses från den teoretiska redovisningen kring energi- och råproteininnehållet. Avvikelsen mellan proven är endast 0,63% för energi och 1,03% för råprotein och bör ha obetydlig inverkan på djurens näringsintag. Resultatet skulle dock behövas konfirmeras genom att göra analys på den provtagna spannmålen. Då hade värdena blivit mer överensstämmande med det faktiska innehållet.

I denna studie är spannmålslagen relativt lika till utseende både vad gäller vikt, form och näringsinnehåll. Däremot om till exempel åkerböna eller ärtor skulle vara med i blandningen i torksilon, sker troligtvis en större separering då åkerböna och ärtor är större än spannmålskärnorna. Åkerböna och ärtor har även en högre andel protein än vad spannmål har, detta kan leda till mer varierande näringsinnehåll i fodret samt eventuellt påverka animalieproduktionen.

Fortsatta studier inom ämnet separering behövs då de flesta som finns idag inte ses ur ett lantbruksperspektiv. Det som främst behöver undersökas är de silos där åkerböna och/eller ärtor finns med i blandningen och hur variationen är mellan provtagningarna och dess näringsinnehåll. Vad gäller metoden för utförandet är att provtagningarna bör vara tagna under en lägre tidsperiod, då kan de eventuella variationer ses när de kommer och under vilka förhållande som varit.

## **Slutsats**

Den variation som sker i silon beror främst kring den oregelbundna omrörningen i silo och därav är rutiner kring tätare omrörning att föredra, främst vid lägre innehåll i silon

Med ren spannmålsblandning i torksilon är skillnaden så liten för näringsinnehållet att det troligtvis inte har någon påverkan på näringsupptaget.

För framtida studier i torksilo där liknande studier som denna görs, bör det ta hänsyn till att inte hela volymen blandas, utan 0,5 meter lämnas orörd.

## REFERENSER

- Agriwise. (2009). *Volymvikter*. [Faktablad]. Kristianstad: Hushållningssällskapet. Tillgänglig: [http://www.agriwise.org/demo/databok2010htm/kap27b/01\\_Densitet.htmse.org](http://www.agriwise.org/demo/databok2010htm/kap27b/01_Densitet.htmse.org) [2022-05-17]
- Bakker-Arkema, F.W. (1999). *CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume IV*. Michigan: American Society of Agricultural Engineers. Tillgänglig: <https://www.project-management-tool.eu/cigr/sites/default/files/documets/CIGRHandbookVol4.pdf> [2022-05-05]
- Bertuola, D. Volpato, S. Canu, P & Santomaso, A.C (2016). *Prediction of segregation in funnel and mass flow discharge*. Chemical Engineering Science. Vol 150. s. 16 – 25. Tillgänglig: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0009250916302287?token=4043417BAB7433A4346C16E4385D8C4E1A81181740DC2B12B4580BF33D16BA33A0C2144D3560E67015BA2D45F9B6C271&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220427193358> [2022-04-20]
- Ewing, K. (2011). *Grisar*. 1 Uppl. Önnestad: Natur & Kultur Läromedel.
- Göransson, L. (2009). *Hantering av foder, koncentrat och premixer på gård*. Kalmar: Svenska Pig. Tillgänglig: [https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/02/hantering\\_av\\_foder\\_konc\\_premixer\\_pa\\_gard.pdfdochdjurhalsan.se](https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/02/hantering_av_foder_konc_premixer_pa_gard.pdfdochdjurhalsan.se) [2022-05-16]
- Göransson, L. (2010). *Olika fodermedels- och fodermedelspartiers användbarhet*. Kalmar: Svenska Pig. Tillgänglig: [https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/02/anvandbarhet\\_av\\_olika\\_fodermedel\\_och\\_fodermedelspartier.pdf](https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/02/anvandbarhet_av_olika_fodermedel_och_fodermedelspartier.pdf) [2022-05-05]
- Hörndahl, T. (2008). *Hantering av kraftfoder på gården*. (Jordbruksinformation nr 4). Alnarp: Jordbruksverket. Tillgänglig: [http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_jo/jo08\\_4.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo08_4.pdf) [2022-04-29]
- JL agriparts. (u.å). *Silo och utrustning*. [Broschyr]. Sukup Europe. Hedensted. Tillgängligt: <http://www.jlagriparts.se/katalog/#3/z> [2021-04-01]
- Jonsson, N. (2006). *Uppdatering av gårdens spannmålstork*. Uppdragsrapport. Uppsala: JTI – Institutet för jordbruks och miljöteknik. [https://slunik.slu.se/kursfiler/BI1101/10103.1314/Uppdatering\\_av\\_gardens\\_spannmalstork.pdf](https://slunik.slu.se/kursfiler/BI1101/10103.1314/Uppdatering_av_gardens_spannmalstork.pdf) [2021-04-20]
- Jonsson, N. (2019). *Konservering och gårdsberedning av kraftfoder till kor*. (Rapport nr: 303). Uppsala: SLU - Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Tillgänglig: [https://pub.epsilon.slu.se/16580/7/jonsson\\_n\\_200117.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/16580/7/jonsson_n_200117.pdf) [2022-04-27]

Ketterhagen, W.R. Curtis, J.S. Wassgren, C.R. Kong, A. Narayan, P.J & Hancock, B.C. (2007) *Granular segregation in discharging cylindrical hoppers: A discrete element and experimental study*. Chemical Engineering Science. vol 62. (22) s. 6423 – 6439. Tillgänglig: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0009250907005271?token=9BC554093962475378EA09673E4E7BC988F4BAEA35B681FCE2D6A8E78BBC8D0738343BBDD64388F9B8DE8377470666BC&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220428113020> [2022-04-15]

Larsson, K. (1975). *Lagring av kraftfoder*. (Meddelande nr: 362). Uppsala: Jordbrukstekniska institutet.

Larsson, K. (1982). *System för utfodring av kraftfoder till uppbundna mjölkkor*. (Meddelande nr: 394). Uppsala: Jordbrukstekniska institutet.

Regnér, S. (1995). *Kernel mass related properties of cereal grains*. (Rapport nr: 194). Uppsala: SLU – Institutionen för lantbruksteknik. Tillgänglig: [https://pub.epsilon.slu.se/3856/1/regner\\_s\\_091026.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/3856/1/regner_s_091026.pdf) [2021-04-22]

Samadani, A. Pradhan, A & Kudrolli, A. (2021). *Size Segregation of Granular Matter in Silo Discharges*. Clark University, Worcester. Department of Physics. Tillgänglig: <https://arxiv.org/pdf/cond-mat/9905303.pdf> [2022-04-28]

Sloth, N.M & Poulsen, J. (2021). *Nearingsindhold I korn fra hosten 2021*. (Nr. 2127) Seges svineproduktion. Tillgänglig: <https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/notater/2021/2127> [2022-05-02]

SLU. (2021) *Fodermedelstabell för gris*. Tillgänglig: <https://www.slu.se/institutioner/husdjurens-utfodring-var/Verktyg/fodertabeller-och-naringsrekommendationer-for-gris/fodertabell-gris/> [2022-05-10]

Svenska Foder. (u.å.<sup>a</sup>). *Vete*. Tillgänglig: <https://www.svenskafoder.se/foderravaror/vete/> [2021-04-01]

Svenska Foder. (u.å.<sup>b</sup>). *Korn*. Tillgänglig: <https://www.svenskafoder.se/foderravaror/korn/> [2021-04-01]

Svenska foder. (u.å.<sup>c</sup>). *Havre*. Tillgänglig: <https://www.svenskafoder.se/foderravaror/havre/> [2021-04-01]



# BILAGOR

## Bilaga 1 Spannmålsproverna

Prov 1 "november lång"					Prov 2 "november kort"				
		Datum	Blandning	Antal dagar			Datum	Blandning	Antal dagar
		2020-12-12	2020-11-08	34			2020-12-19	2020-12-13	6
vikt 1					vikt 1				
Prov nr	Totalvikt	dl	Korn	Vete/R.vete	Prov nr	Totalvikt	dl	Korn	Vete/R.vete
21	296	74	44	30	31	417	76	48	28
23	407	78	46	32	33	318	74	42	32
26	350	74	46	28	36	621	74	42	32
Medelvärde	351	75	45	30	Medelvärde	452	75	44	31
Andel			60%	40%	Andel			59%	41%

Prov 3 "April lång"					Prov 4 "April kort"				
		Datum	Blandning	Antal dagar			Datum	Blandning	Antal dagar
		2021-04-17	2021-03-18	30			2021-04-25	2021-04-19	6
vikt 1					vikt 1				
Prov nr	Totalvikt	dl	Korn	Vete/R.vete	Prov nr	Totalvikt	dl	Korn	Vete/R.vete
51	898	78	46	32	61	641	75	48	27
53	851	77	42	35	63	610	76	48	28
56	592	76	43	33	66	984	77	48	29
Medelvärde	780	77	44	33	Medelvärde	745	76	48	28
Andel			57%	43%	Andel			63%	37%

## Bilaga 2. Statistiskt test för de olika provtagningarna

**t-test: Parat två-sampel för  
medelvärde**

**December lång**

	Variabel 1	Variabel 2
Medelvärde	0,601986602	0,62
Varians	0,000295034	0
Observationer	3	3
Pearson-korrelation	#DIVISION/0!	
Antagen medelvärdesskillnad	0	
fg	2	
t-kvot	-1,816437935	
P(T<=t) ensidig	0,105474299	
t-kritisk ensidig	2,91998558	
P(T<=t) tvåsidig	0,210948598	
t-kritisk tvåsidig	4,30265273	

**t-test: Parat två-sampel för  
medelvärde**

**December kort**

	Variabel 1	Variabel 2
Medelvärde	0,588904694	0,62
Varians	0,001365819	0
Observationer	3	3
Pearson-korrelation	#DIVISION/0!	
Antagen medelvärdesskillnad	0	
fg	2	
t-kvot	-1,457333333	
P(T<=t) ensidig	0,141178028	
t-kritisk ensidig	2,91998558	
P(T<=t) tvåsidig	0,282356055	
t-kritisk tvåsidig	4,30265273	

**t-test: Parat två-sampel för  
medelvärde**

**April lång**

	Variabel	
	Variabel 1	2
Medelvärde	0,56699587	0,62
Varians	0,000491471	0
Observationer	3	3
Pearson-korrelation	#DIVISION/0!	
Antagen medelvärdesskillnad	0	
fg	2	
	-	
t-kvot	4,141152404	
P(T<=t) ensidig	0,026830716	
t-kritisk ensidig	2,91998558	
P(T<=t) tvåsidig	0,053661432	
t-kritisk tvåsidig	4,30265273	

**t-test: Parat två-sampel för  
medelvärde**

**April kort**

	Variabel	
	Variabel 1	2
Medelvärde	0,631651857	0,62
Varians	6,90881E-05	0
Observationer	3	3
Pearson-korrelation	#DIVISION/0!	
Antagen medelvärdesskillnad	0	
fg	2	
t-kvot	2,428029674	
P(T<=t) ensidig	0,067945131	
t-kritisk ensidig	2,91998558	
P(T<=t) tvåsidig	0,135890263	
t-kritisk tvåsidig	4,30265273	

### Bilaga 3. Statistiskt test mellan provtagningarna

t-test: Två sampel antar lika varians		
	mellan decembers provtagningar	
	Variabel 1	Variabel 2
Medelvärde	0,601986602	0,588904694
Varians	0,000295034	0,001365819
Observationer	3	3
Parad varians	0,000830426	
Antagen medelvärdesskillnad	0	
fg	4	
t-kvot	0,555988979	
P(T<=t) ensidig	0,303925198	
t-kritisk ensidig	2,131846786	
P(T<=t) tvåsidig	0,607850397	
t-kritisk tvåsidig	2,776445105	

t-test: Två sampel antar lika varians		
	Mellan aprils provtagningar	
	Variabel 1	Variabel 2
Medelvärde	0,56699587	0,631651857
Varians	0,000491471	6,90881E-05
Observationer	3	3
Parad varians	0,00028028	
Antagen medelvärdesskillnad	0	
fg	4	
t-kvot	4,729971192	
P(T<=t) ensidig	0,004552141	
t-kritisk ensidig	2,131846786	
P(T<=t) tvåsidig	0,009104283	
t-kritisk tvåsidig	2,776445105	

