



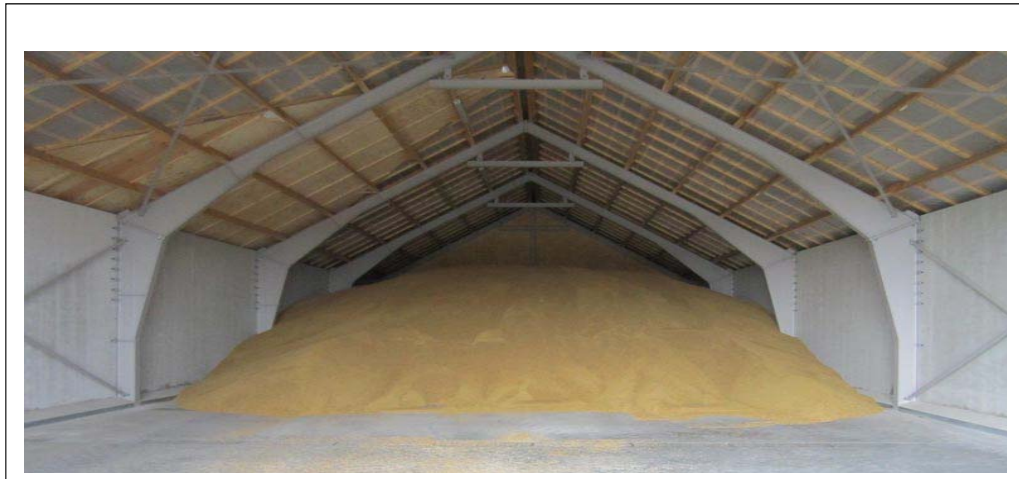
Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

## Planering av planlager och torkningssystem för spannmål och potatis till gården Vårbacka

Planning of on floor storage and drying systems for grain  
and potatoes for the farm Vårbacka

*Martin Björkman*



## **Planering av planlager och torkningssystem för spannmål och potatis till gården Vårbacka**

Planning of on floor storage and drying systems for grain and potatoes for the farm Vårbacka

*Martin Björkman*

**Handledare:** Sven Nimmermark, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

**Examinator:** Torsten Hörndahl, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

**Omfattning:** 10 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G1E

**Kurstitel:** Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

**Kurskod:** EX0619

**Program/utbildning:** Lantmästare - kandidatprogram

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2017

**Omslagsbild:** Christerson Per, FarmMac AB

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

**Nyckelord:** Planlagring, spannmålstorkning, potatislager, spannmålslager, potatis, spannmål



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

## Förord

Lantmästare-kandidatprogrammet är en treårig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (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 som görs under programmets andra år kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 7 veckors heltidsstudier (10 hp).

Jag har själv varit intresserad av lagring av framför allt potatis och ville därför undersöka olika möjligheter att lagra potatis kombinerat med spannmål då det idag inte finns några lösningar på det ute på marknaden och det är inte ett ämne som det pratats så mycket om idag.

Ett varmt tack riktas till Per Christerson på FarmMac AB som bidragit med synpunkter och råd angående de olika sorters system som finns på marknaden. Jag vill också tacka övriga som ställt upp i arbetet. Jag vill även tacka min handledare Sven Nimmermark för hans stöd genom arbetet.

Torsten Hörndahl har varit examinator.

Alnarp oktober 2015

Martin Björkman

## Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning.....	3
Summary .....	4
Inledning .....	5
Bakgrund .....	5
Syfte .....	5
Genomförande och avgränsningar .....	5
Litteraturstudie .....	6
Allmänt om lagring av potatis.....	6
Allmänt om planlagring och plantorkning av spannmål .....	8
Material och metod.....	11
Gården.....	11
Resultat.....	13
Val av system .....	13
Inventering av system på marknaden .....	13
Brukarsynpunkter .....	17
Samtal med säljare.....	19
Sammanfattning intervjuer.....	21
Resultat Vårbacka.....	22
Diskussion .....	23
Slutsats .....	25
Källor .....	26
Skriftliga.....	26
Muntliga .....	27

## Sammanfattning

Idag står många potatisodlare i Sverige inför en framtid där det krävs bättre och bättre kvalitet på matpotatisen. En stor del i kvalitetsarbetet är goda lagringsmöjligheter. Det finns många olika sätt att lagra potatis på med olika fördelar. På gården Vårbacka i Flyinge sker idag en del av lagringen utomhus under halm och plast. Detta har på senare år visat sig påverka kvaliteten negativt och därför vill man se över möjligheten att bygga för lagring inomhus. Samtidigt har gården inte möjlighet att torka/lagra all sin spannmål då gården växt ifrån sin tork.

I detta arbete har jag därför valt att titta på olika möjligheter att torka/lagra spannmål i samma system som man senare kan lagra potatisen. Det som är aktuellt i detta fall är då planlager/löslager med någon form av ventilation för potatisen och torkning för spannmålen. Det finns olika sätt att lösa detta på och jag har tittat närmare på några av de system som kan vara aktuella i Vårbackas fall.

Det viktigaste att tänka på när ett system för torkning/lagring väljs är att anpassa det efter sina egna behov och vara medveten om att inget system är bättre än användaren. Oavsett vilket system som väljs måste brukaren vara noggrann med temperaturer, fuktighet och luftflöden för att få ett bra resultat i lagret.

Resultatet jag kom fram till var att ett system med nedgjutna luftkanaler är fördelaktigt för att uppnå en effektiv torkning av spannmål i planlager. Jag kom även fram till, genom kontakt med rådgivare, att för lagring av potatis är system med lådor fördelaktigast i många fall. I fallet för Vårbacka tycks det mest lämpliga vara att bygga ett nytt hus med nedgjutna luftkanaler.

Min slutsats är att det är möjligt att bygga en lagerbyggnad som kombineras för spannmål och potatis. Men det är inte lämpligt att lagring sker vid samma tidpunkt då klimatkraven är väldigt olika.

## Summary

Today a lot of the Swedish potato farmers are facing a future where they have to get a better quality on their potatoes, especially when selling potatoes for consumption. The storing of the potatoes is playing a big role in the work towards a better quality. There are a lot of different systems for storing the potatoes and they all have different pros and cons. On the farm Vårbacka outside Flyinge a lot of the potatoes are stored outdoors under straw and plastic sheets. During the past 5 years this has had a bad impact on the quality, and therefore it is of interest to investigate in the possibilities to build for storage indoors. At the same time the farm has grown out of its drying facilities for cereal grains and don't have capacity enough to neither dry nor store the grain.

In this study I have examined different possibilities for drying and storing of the grain and for storing of potatoes using the same buildings and system. In this case the system that is interesting is on floor storage with some type of ventilation for the potatoes and drying of the grain. There are different ways to solve this issue and I have compared some of the systems that felt appropriate for Vårbacka.

The most important thing to have in mind while choosing a system for drying/storing is that the system is adjusted after your own needs and be aware of that no system is better than the operator. No matter what system that is chosen the operator must control temperatures, moist and airflow to get a good result.

The result I have reached is that to be able to dry grain in an on floor storage you should preferably have in floor air-ducts to get an efficient drying. I also found out, through contact with a potato-adviser, that in many cases storing of potatoes in boxes is the system with most benefits. In Vårbackas case the most appropriate thing seems to be to build a new building with in floor air-ducts.

My conclusion is that it is possible to build a storage combined for both grain and potatoes. But it is not possible to store it at the same time due to the different climate needs.

## Inledning

### Bakgrund

Bakgrunden till detta examensarbete grundar sig i en diskussion om hur det på bästa sätt går att utöka lagringen för potatis och torkning av spannmål på gården Vårbacka utanför Flyinge. Diskussionen angående detta har förts mellan lantmästarstudenten Martin Björkman och ägaren Bengt Björkman. Gemensamt har man kommit fram till att ett planlager med luftnings/torkmöjligheter är det mest lämpliga sättet att lösa detta på. Ett sådant lager kan möjligtvis skapa ett mervärde för gårdar med behov av lagring för de båda grödorna.

Då det finns en del olika system för planlagertorkning har jag blivit tillfrågad om intresset för att göra ett examensarbete där man tittar på olika system och jämför deras lämplighet.

### Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka om det är lämpligt att ha ett kombinerat planlager för spannmål och potatis. Syftet var också att undersöka olika möjligheter att torka och ventilerat spannmålen samt potatisen i lagret.

### Genomförande och avgränsningar

Inriktningen för mitt examensarbete är att hitta ett eller flera system för planlagring/plantorkning som möjliggör ett lager/torkhus kombinerat för spannmål och potatis. I genomförandet inventeras de olika system som finns att tillgå på marknaden idag och sedan intervjuas rådgivare, brukare och säljare för att höra om deras synpunkter.

Avgränsningar i arbetet var att det är för Vårbacka som lagret ska passa gällande storlek. I övrigt kan systemet/systemen passa för vilken gård som helst med behov av spannmålstorkning och potatislagring. Systemet skall vara anpassat för både spannmålstorkning, spannmålslagring och lagring av potatis. Då Vårbacka odlar matpotatis är det lagring för matpotatis som är aktuellt och inte lagring av t ex chipspotatis. System för artificiell kylning av tilluft vid lagring av potatis tas inte upp i arbetet. Olika mottryck och specifika luftmängder för varje system tas upp översiktligt i resultatdelen då dessa varierar beroende på dimensionering av lagret och storlek på systemen.

## Litteraturstudie

### Allmänt om lagring av potatis

#### Lagerhuset

De lagringsmetoder som används vid potatislagring i lagerhus är lådlagring eller löslagring. Oavsett val av metod är det mycket som är lika vid lagringen. Byggnaden med inventarier måste kunna ge potatisen bästa möjliga lagringsförutsättningar för att kunna plocka ut en potatis ur lagret med hög kvalitet. Bästa möjliga lagringsförutsättningar innebär att lagret skall vara konstruerat så att ventilationsanläggning/ventilationssystem, byggnad och skötsel fungerar på rätt sätt under hela lagringsperioden (Ascárd & Åström, 1985).

#### Lagringen

Lagring av potatis kan delas in i tre perioder. Den första är sårläkningsperioden, den varar i 2-3 veckor efter upptagning/inläggning. En lämplig temperatur är 10-15 grader och en relativ luftfuktighet på 90-95 %. Efter sårläkningen kommer nedkylningsperioden. Då vill man sänka temperaturen i lagret till 3-5 grader i långsam takt. Den långsamma takten är för att minska andningsförlusterna. Nedkylningen av lagret sker i många fall med hjälp av uteluft. Den tredje perioden är viloperioden. Det är då viktigt att man håller en konstant temperatur på ca 4 grader för att matpotatisens kvalitet skall hållas hög och den inte skall gro i förtid. Relativ luftfuktighet bör vara så hög som möjligt, minst 95 % (Ascárd, 1986). En annan viktig sak vid lagring av potatis är att de inte får utsättas för ljus då detta orsakar grönfärgning. Ett annat problem är att potatisen inte tåler minusgrader. Om potatisen utsätts för minusgrader sprängs stärkelsen till små kristaller och potatisen blir osäljbar och ruttnar.

#### Löslagring

Vid lagring av potatis i lagerhus med löslagringssystem är höjden på lagringen en avgörande faktor. Lagras det för högt är risken för tryckskador stor. Detta resulterar i att potatisen blir blå vilket kan likställas med en stötskada och det sänker kvaliteten på potatisen. Det är saftspänningen i potatisen som påverkar lagringshöjden på potatis. Har potatisen hög saftspänning kan den lagras upp till 6 m. Vid lägre saftspänning rekommenderas en lagringshöjd mindre än 3,5 m – 4 m (Nimmermark, 1996).

Björkman (2015, pers. medd.) och potatisrådgivare (2015, pers. medd.) tycker att 3,5 m är för hög lagringshöjd då risken för tryckskador är stor vid långtidslagring och de anser att en lagringshöjd på max 3 m är att föredra.

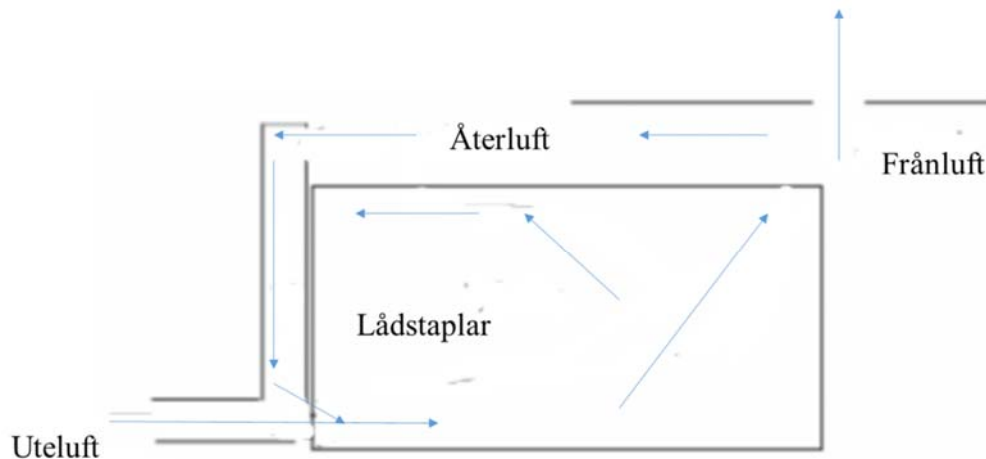


Oberoende av lagringshöjden som väljs till löslagret dimensioneras luftmängden för fläktarna efter  $70 \text{ m}^3/\text{m}^2$  golvyta och timme. Fläktarna dimensioneras också efter ett tryck på 200-250 Pa (Ascárd & Åström, 1985).

Fördelningen av luften i lagret påverkas mycket beroende på utformningen av luftkanalerna. Ett golv som är helt luftgenomsläppligt ger jämnast luftfördelning. Rekommendationer vid lufttillförsel via grenkanaler är annars ett max c-avstånd på 2,4 m (Ascárd & Åström, 1985).

### Lådlagring

Lagring av potatis i lådor sker i lagerhus avsedda för detta. Det finns olika sätt att utforma lagerhusets ventilation. Ett som är vedertaget i stor utsträckning i Sverige är ”Alf Johansson systemet”, där man använder sig av låga luftflöden och hög relativ luftfuktighet. Systemets grundprincip är att varm luft stiger. Luften släpps in längs kanten nere i ena änden av lagerhuset för att sedan låta den stiga och trycka ut den varma och fuktiga luften längs taket (figur 1). Lådorna placeras så att de bildar kanaler där luften kan passera under dem och sprida sig i hela lagret (Svensson *et al*, 2011). Vid lådlagring rekommenderas en luftmängd på max  $25 \text{ m}^3/\text{ton}$  och timme (Ascárd & Åström, 1985).



Figur 1. Luftens väg i Alf Johansson systemet med lådlagring (Efter illustration av Marie Olsson och Viktor Jansson i Olsson *et al.*, 2008)

Generellt ger lågt luftflöde, låga lufthastigheter och hög relativ fuktighet, som alla tillämpas i ”Alf Johansson systemet” god kvalitet. Problem kan dock uppstå under blöta höstar eftersom

det används lågt luftflöde och det kan vara svårt att torka ut en blöt potatisskörd. Det krävs därför att potatisen är både torr och utan några rötter (Ascárd & Åström, 1985).

Det finns en hel del andra system för lådlagring som används i större utsträckning i andra länder (Svensson *et al*, 2011). Jag väljer att inte ta upp dessa då de system jag valt att titta närmare på påminner mest om ”Alf Johansson Systemet”.

Det finns stora fördelar men även nackdelar med löslagring jämfört med lådlagring (Ascárd & Åström, 1985):

Fördelar:

- Effektivitet vid skörd då det förenklar arbetet att tömma potatis från upptagaren i lösvikt i vagn jämfört med i låda
- God möjlighet att lufta all potatis

Nackdelar:

- Krävs stora kvantiteter av varje sort då det är svårt att särskilja sorter på ett bra sätt i små kvantiteter i löslager
- Dyrare att bygga då byggnadens väggar måste tåla trycket från potatisen
- Smittspridningen ökar då all potatis ligger i kontakt med varandra

### Allmänt om planlagring och plantorkning av spannmål

Torkning av spannmål går enkelt beskrivet ut på att sänka vattenhalten på ett parti spannmål genom att låta luft genomströmma den. Luften kan vara uppvärmd eller ouppvärmd.

Kapaciteten på en tork beror på luftmängd per tidsenhet och luftens relativa fuktighet. Värms luften upp kan den ta med sig mer vatten per kg luft. Torkluftens relativa luftfuktighet skall vara låg för att kunna torka spannmålen. Även vid lagring skall den relativa luftfuktigheten vara låg annars höjs vattenhalten i spannmålen eftersom vattenhalten står i jämvikt med den omgivande luften. I Sverige har vi historiskt torkat med varmluft men på senare år har kostnader för både utrustning och uppvärmning av luft ökat. För Sverige uppskattades år 2006 att ca 85–90 % torkas med varmluft och ca 10–15 % med uteluft eller luft som endast värmts upp några grader (Jonsson, 2006).

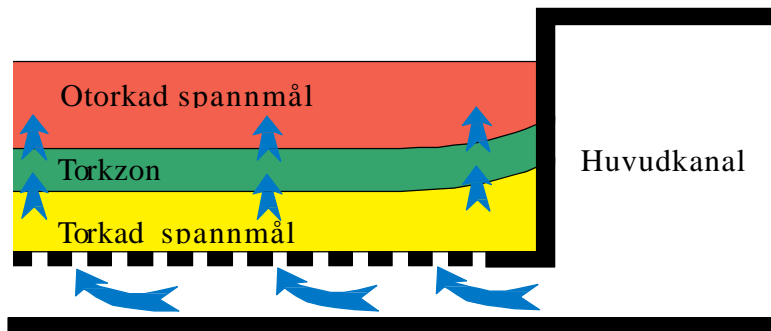
### Kallluftstorkning

Kallluftstorkning innebär att torkningsluften inte värms upp eller endast värms upp några grader (5–7 °C). Rekommendationer för kallluftstorkning av spannmål säger att i södra Sverige ska en luftmängd på minst 600 m<sup>3</sup> per ton och timme uppnås, oavsett om det används tillsatsvärme eller inte, vid en vattenhalt på 20 %. Fördelarna med tillsatsvärme är att torkning kan ske dygnet runt. För att uppnå rätt specifik luftmängd måste fläkten dimensioneras utifrån vilket mottryck som finns i spannmålen. Mottrycket ändras beroende på skiktjockleken i lagret, d.v.s. lagringshöjden. T ex vid en lagringshöjd på 2 meter blir mottrycket 250 mm vattenpelare vid 600 m<sup>3</sup> per ton och timme (Jonsson, 1991). En svensk konstruerad variant är den så kallade Östgötatorken. Det är en kombinationstork där det går att torka t ex spannmål, hö och flis (Neuman, 2013). Östgötatorken är dimensionerad utifrån svenska rekommendationer och har en maximal lagringshöjd på ca 1 m (Jonsson *et al*, 2015). För att få ner kostnader med uppvärmning av luft så finns idag tekniker där luft suges precis under nock på torkbyggnaden där den ofta är ett par grader varmare. Detta ökar kapaciteten på torkningen utan några större kostnader för att få varmare luft (Jonsson, 2006).

Rekommendationer för torkning av spannmål säger att avståndet skall vara 60–120 cm mellan luftkanalerna, oavsett val av system, beroende på dimensionering av fläkt och lagringshöjd (Christerson, 2015, pers. medd.). För att lyckas med torkningen är det viktigaste att dimensionera fläkten rätt efter de förhållanden man har t.ex. lagringshöjd och längd på luftkanaler. Dimensioneringen av fläkten skall vara gjord så att den klarar att trycka luft och fukt genom spannmålen. Vid högre flöden går det fortare att torka men tryckförlusterna blir större.

Plantorken bör vara uppbyggd på ett sådant sätt att lagringshöjden blir samma i hela lagret dvs. att det inte tillåts lägre lagringshöjder längs sidor och att det sätts en slutvägg för att undvika lägre lagringshöjd där också. Anledningen är att luften tar den enklaste vägen genom spannmålen, lägre lagringshöjd vilket medför lägre motstånd och det blir inte en jämn luftpassage i hela partiet. Det rekommenderas även att jämna ut spannmålen för att få ett jämnt lager över hela ytan. Detta görs antingen med lastmaskin eller automatiskt (Christerson, 2015 pers. medd.).

Vid plantorkning torkas inte all spannmål samtidigt utan i en zon som rör sig uppåt (figur 2). Detta gör att spannmålen som ligger överst håller samma vattenhalt som vid inlagring till dess att torkzonen tryckts upp genom hela partiet av spannmål. År med höga vattenhalter kan det därför vara klokt att minska lagringshöjden (Jonsson, 1991).



Figur 2. Schematisk bild av torkningsförloppet i en kallluftstork. (Jonsson, 2006)

### Varmluftstorkning

Kapaciteten på en tork ökas om varmluft används vid torkningen. Temperaturerna kan variera i olika system, det används allt från 40°C till 80°C. Uppvärmad luft får betydligt lägre relativ luftfuktighet än kall luft vilket medför att den har möjlighet att transportera bort mer fukt per m<sup>3</sup> luft och på så vis blir det en betydligt effektivare torkning.

## Material och metod

### Gården

Gården Vårbacka ligger utanför Flyinge i Skåne. Det är en växtodlingsgård med en areal på ca 950 ha, där odlingen består av ca 100 ha potatis, 150 ha raps, 50 ha betor och 650 ha spannmål. Idag finns det en befintlig tork på gården som byggdes 2005. Det är en dubbel satstork som gården succesivt växt ifrån både gällande spannmålsskörd och tröskkapacitet. Detta gör att det idag finns ett behov av att utöka torkkapaciteten. Parallellt med detta finns det brist på lagringskapacitet för potatisodlingen. På gården odlas matpotatis, det gör att kvalitet och utseende är i stort fokus. På senare år har man tvingats lagra mycket potatis utomhus i stukor och sett att framförallt skalfinishen blir försämrade vid långtidslagring utomhus.

Det finns ett behov av att kunna torka ca 3000 ton spannmål utöver dagens torkkapacitet. Det finns även ett önskemål om att kunna lagra spannmålen för leverans efter skörd då detta ger en möjlighet att själv avgöra när försäljning skall ske och sälja när man tror priset är som högst. Det skördas ca 1500 ton korn om året och lika mycket höstvetete.

Det skördas ca 3000 ton vinterpotatis och idag finns det en lagringskapacitet på 1500 ton vilket leder till att ca 1500 ton behöver lagras utomhus. De sorter som odlas i störst kvantitet är Bintje, Fakse, King Edward och Campina med ca 750 ton vardera per år.

### Arbetsgång

I det här arbetet har jag gjort en litteraturstudie och gjort ostrukturerade intervjuer med en säljare, en brukare, och en extern rådgivare. Litteraturstudien har gjorts genom att jag använt mig av olika sökmotorer samt biblioteket på Alnarp. Sökmotorerna jag använt mig av är Google, Google scholar och Epsilon. På dessa sökmotorer har jag använt mig av sökord som planlager, spannmålslagring och potatislagring.

Jag genomförde en intervju med Bengt Björkman som är företrädare för gården. Intervjun med honom handlar till stor del om hans tankegångar kring lagring av spannmål och potatis för att kunna anpassa systemvalen utifrån hans behov.

För att komma i kontakt med företrädare för olika system och märken på marknaden tog jag kontakt med 4 olika svenska företag och frågade om de ville ställa upp och bli intervjuade om sina system. I samband med intervjun med säljare bad jag om kontaktuppgifter till någon

brukare av deras system. Tyvärr var det bara ett företag som ville bidra till arbetet genom synpunkter och tankegångar kring frågeställningen. Därav har det endast blivit intervju med en säljare samt en brukare. I samtalet med säljaren av systemet framgick att han hade bristande kunskaper kring lagring av potatis, därför valde jag att ta kontakt med en potatisrådgivare för att väga in hans åsikter i arbetet. Deras synpunkter har sammanfattats i arbetet.

## Resultat

### Val av system

Det första som måste bestämmas innan val av system är om det ska byggas en ny byggnad eller om systemet ska installeras i en befintlig byggnad. Byggnaden påverkar valet av system väldigt mycket. Har man en befintlig byggnad med gjutet golv sedan tidigare blir det både svårt och dyrt att installera vissa av systemen. Även utformning av övriga system kan påverkas beroende på t.ex. väggars hållbarhet. Det lättaste är att bygga en ny byggnad anpassad för den/de grödorna som önskas lagras/torkas i byggnaden. I Vårbackas fall finns inga befintliga byggnader att använda.

### Inventering av system på marknaden

#### Flyttbara luftkanaler/Flyttbar ventilation

Det finns en del olika system som är flexibla och flyttbara. Ett av dessa system är pansartoppar. Pansartoppar (se *figur 3*) är hålförsedda välvda plåtar som läggs på ett gjutet golv. I dessa plåtar leds luft in antingen genom ytterväggen eller en invändig kanal längs sidorna av byggnaden. Storleken på plåtarna varierar beroende på vilken gröda det är tänkt att torka/kyla samt höjden på det som ska torkas/kylas. Avståndet mellan kanalerna/plåtarna är också beroende på om det ska torkas eller kylas. Även dimensionen på pansartopparna spelar roll för avståndet mellan dem.



*Figur 3. Pansartopp* (FarmMac AB, 2015)

Fördelar och nackdelar med pansartoppar (FarmMac AB, 2015; JL Agriparts, 2015; Loekke maskinfabrik, 2015)

#### Fördelar

- Flexibelt, lätt att bygga och anpassa till ett befintligt hus.
- Billigt att investera i jämfört med nedgjutna luftkanaler
- Huset är bra att använda till annat då golvet blir tomt när undanplockning av pansartopparna skett

#### Nackdelar

- Känsliga vid utlastning då det är lätt att de blir påkörda av lastmaskin.
- Extra arbete när in/utläggning sker med att flytta pansartopparna.
- Kräver lagringsutrymme när de inte används

Ett annat system som är flyttbart är teleskopiska rör (se *figur 4*). Dessa används på samma sätt som pansartoppar fast skillnaden är att det är teleskopiska rör som går att trycka ihop efterhand vid utlastning för att de inte skall vara i vägen vid detta moment. Det är även flexibelt då du kan dra ut dem till den längd du har behov för just det året i förhållande till skörd. Detta system ger på så vis en möjlighet att ha längsgående luftkanaler. Längsgående luftkanaler innebär att luftkanalerna går på samma håll som in och utlastning sker. Tvärgående luftkanaler går på tvären mot det håll som in och utlastning sker. De teleskopiska rören kan användas i princip på vilken yta som helst som går att lasta mot, då tillkopplingen sker via PVC-slangar och ofta används små flyttbara fläktar. Rören går att få i olika dimensioner beroende på behov av luftmängd. Avståndet mellan rören beror på lagringshöjden enligt *tabell 1* vid kylning av spannmål.

*Tabell 1, Lagringshöjd och c-c avstånd för teleskopiska rör.*

<b>Höjd av spannmål</b>	2 m	2,5 m	3 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
<b>Distans mellan rör</b>	2,00 m	2,25 m	2,50 m	2,75 m	3,00 m	3,25 m	3,50 m





Figur 4. Teleskopiska rör (FarmMac AB, 2015)

Fördelar och nackdelar med teleskopiska rör (Christerson. 2015, pers. medd.)

#### Fördelar

- Kan användas med längsgående kanaler då det är anpassningsbart i längdled
- Inte lika känsliga som pansartoppar vid utlastning då de trycks ihop efterhand som lagret töms.
- Kan läggas utomhus som buffert vid högsäsong
- Flexibelt, lätt att bygga och anpassa till ett befintligt hus.
- Huset är bra att använda till annat då golvet blir tomt när undanplockning av pansartopparna skett

#### Nackdelar

- Extra arbete när man ska lagra in/ta ut med att flytta pansartopparna.
- Kräver lagringsutrymme när de inte används

#### Fasta luftkanaler

Körbart golv av betong med nersänkta luftkanaler (se figur 5), som gjuts eller är av plåt, sätts på plats i samband med gjutningen av golvet. Detta medför i princip att det måste byggas en ny byggnad eller åtminstone vara en hall med jordgolv med möjligheten att gjuta ett nytt golv. Det är en fördel att ha luftkanalerna på tvären mot det håll som lastning sker för att kunna stänga med spjäll om inte hela lagret blivit fullt. Dessa system går att utrusta med många olika finesser, som t ex rensluckor för att kunna hålla rent i luftkanalen och/eller luftspjäll för att kunna styra luften till olika delar av lagret. Det finns olika typer och modeller av luftkanaler, de som har flest fördelar är de som går att lägga på tvären och ändå lasta ut med skopa.



*Figur 5. Luftkanaler med kulvert. (FarmMac AB, 2015)*

Fördelar och nackdelar med nedgjutna luftkanaler (FarmMac AB, 2015; JL Agriparts, 2015; Loekke maskinfabrik, 2015)

#### Fördelar

- Luftkanalerna är alltid på plats, lite arbete
- Byggnaden går att använda till annat när lagring inte sker
- Smidigt vid utlastning, allt skyddat under mark
- Längre hållbarhet
- Lätt att styra luft med spjäll
- Enda systemet som kan användas för både löslagring och lådlagring av potatis om det inte skulle fungera bra med löslagring, t ex om odlaren har fått dålig kvalitet på delar av skörden eller några sjukdomar och vill lagra skörden i lådor för att minska smittspridning eller av någon annan anledning inte vill lagra all potatis tillsammans.

#### Nackdelar

- Dyraste systemet att bygga
- Inte anpassningsbart efter installation då kanalerna är nedgjutna i golvet
- Går inte att bygga i befintliga byggnader med gjutet golv

## Brukarsynpunkter

### Samtal med Bengt Björkman

Bengt odlar både spannmål och potatis. På senare år har odlingen av både spannmål och potatis ökat på gården och detta har medfört att gården idag har för lite lagringsmöjlighet för både spannmål och potatis. Ett av alternativen Bengt nämner är att ha ett lagringssystem som fungerar för både potatis och spannmål. Det som Bengt tycker är intressant då är ett planlager.

Bengts önskemål är ett lager där de kan backa in i och tippa samt att ha en del olika fack för att kunna skilja på olika sorters spannmål samt olika sorters potatis. Huset skall vara isolerat för att hålla frostfritt inne i huset eftersom potatislagringen kräver det. Det ska även gå att torka spannmålen i åtminstone delar av huset. Bengt vill ha en lagringshöjd på max 3 m vid löslagring för att inte riskera att få några tryckskador på potatisen och möjligheter att stänga av delar av byggnaden från luftning om lagret inte är fullt. Utlastningen skall ske på ett så skonsamt sätt som möjligt för potatisen, medan inlagringen kan ske maskinellt med olika band för en skonsammare och smidigare inlagring. Bengt önskar också att det ska gå att torka spannmål eftersom det idag inte finns möjlighet att torka all spannmål på gården.

Det viktigaste för Bengt är potatislagringen, den ska ske på ett för potatisen så bra sätt som möjligt. Han nämner att idag sker den mest lyckade lagringen för företaget i lådor, samt att mycket av sorteringsanläggningen är anpassat för lådhantering.

### Samtal med Jörgen Stuesson

Jörgen Stuesson driver en ekologisk gård utanför Sjöbo i Skåne. Han byggde 2011 en kallluftstork till spannmål, volymen på denna är ca 800 m<sup>3</sup>. Den byggdes i ett befintligt hus som var ganska smalt. I och med detta grävde han ner huvudkulverten då huset var smalt för att inte ta golvyta till detta. Huvudkulverten är 1,8 m djup och 1 m bred. Luftkanalerna är tvärgående och varje luftkanal går att stänga med spjäll via kulverten, dessa ligger på 80 cm c-c. Att kanalerna är tvärgående är enligt Jörgen en väldigt bra lösning eftersom han ges möjlighet att ventilerar i endast delar av lagret när det endast är där det behövs. Jörgen använder sig inte av någon tillskottsvärme alls vid torkning. Lagerutrymmet är 11,5x23 m och har en max lagringshöjd på 3,2 m för både potatis och spannmål. Det gör att det finns ett lagringsutrymme på ca 800 m<sup>3</sup> i planlagret. 800 m<sup>3</sup> kan omvandlas till ca 560 ton spannmål eller ca 530 ton potatis.

I denna tork har Jörgen sedan den byggdes både torkat och lagrat spannmål samt lagrat potatis. Torkningen av spannmål sker via fläkt med tillsatsvärme (ca 8 grader). Där kan Jörgen torka ner ca 4 % i veckan vid bra väderförhållanden. Fläkten Jörgen har är ganska stor i förhållande till ytan, den ger en luftmängd på 40 000 m<sup>3</sup>/ timme vid ett mottryck på ca 50 mm vattenpelare. Han tror det är det som gör att han har så pass hög kapacitet på torkningen. Potatis har Jörgen lagrat 2 år av de 3 höstar han använt torken. De 2 åren har kvaliteten på potatisen varit den bästa han någonsin haft. Framförallt skalmissfärgningen har minskat jämfört med när Jörgen lagrade ute i stuka. Jörgen har gått lite emot rekommendationerna och ventilerat sin potatis maximalt i ca en vecka i början av inlagringen och sedan inte ventilerat alls. Detta har dock visat sig lyckat för Jörgen. Troligtvis har det blivit självcirkulation i planlagret som varit ungefär lika stor som luftflödesrekommendationer för potatis. Jörgen säger att han oftast torkat eller ventilerat ca 50 ton åt gången både när det gäller spannmål och potatis. Detta på en yta av ca 25 m<sup>2</sup>. När Jörgen använder fläkten på den ytan får han ut ca 1600 m<sup>3</sup> luft/m<sup>2</sup> och timme eller ca 800 m<sup>3</sup> luft/ton och timme. Jörgen menar att planlagringen och torkningen av spannmål samt möjligheten att lagra potatis ökat förutsättningarna att skörda under besvärligare år för gården.

Gällande systemet Jörgen valt kan han inte tänka sig något bättre då det är lättskött, effektivt och ytan går att använda för annat än lagring av grödor. I framtiden finns det planer på att ha lådlagring istället för löslagring av potatisen då han tror kvaliteten blir bättre och hanteringen skonsammare.

## Samtal med säljare

### Samtal med Per Christerson säljare på FarmMac AB

Per har stor erfarenhet av framför allt torkning och lagring av spannmål i planlager. Vi diskuterade de olika systemen som Per säljer och tittade på vilka som var mest lämpliga för lagring av potatis och spannmål, samt torkning av spannmål. För torkning av spannmålen var Per övertygad om att det mest lämpliga var nedgjutna luftkanaler framför allt på grund av att det var nybyggnation som är aktuellt eftersom det inte finns några befintliga byggnader som passar för planlager. Fördelarna med ett fast nedgjutet system är så pass stora i detta fall att det inte finns något att tveka på gällande vilket man ska välja enligt Per. Sett över en längre tid, vilket man tänker använda planlagret i, är det en billigare investering då det inte är något större slitage på luftkanalen jämfört med oskyddade luftkanaler på golvet. Även gällande torkningen är det kostnadseffektivare med nedgjutna luftkanaler då det ger en mindre yta där det går att lagra högre. Enligt Per så är det inte att rekommendera att torka spannmål med något av systemen med kanaler som ligger på golvet då en stor del av spannmålstorkning i planlager handlar om luftfördelning och det är svårt att få tillräckligt jämnt tryck i kanalsystemet för att få jämn spridning på luften. En nedsänkt luftkanal fungerar som en tryckkammare och det gör att du kan lagra spannmålen betydligt högre och på så vis kostnadseffektivare med nedsänkta luftkanaler. Teoretiskt sätt går det att använda systemen med pansartoppar och teleskopiska rör för torkning men det krävs en fläkt med hög kapacitet och även då kan det bli problem vid lagringshöjder över en meter. Per tillägger däremot att det går att torka med de systemen men det är svårare att lyckas.

Andra fördelar i fallet med nedsänkta luftkanaler är bl. a. att det är lättare att konstruera systemet för år med lägre skördar i form av spjäll för att stänga av om inte hela lagret fylls samt att det finns möjlighet att använda sig av tvärgående luftkanaler vilket möjliggör avstängning med spjäll. Per säger att tvärgående kanaler är en lösning de flesta idag efterfrågar för att de vill ha möjligheten att ventilera i endast delar av sina lager om det behovet finns.

De olika luftmängderna för potatis och spannmål ser inte Per som ett problem utan säger att fläktar kan konstrueras med snabbkopplingar och göras mobila. Per menar att när det lagras eller torkas olika grödor i lagret kan fläkten bytas efter ändamål. Strypningar eller fläktar med variabla luftflöden är en annan lösning på det säger Per men tror att det kan bli svårt att genomföra då det är ganska stora skillnader i luftmängdsrekommendationerna.

### Samtal med potatisrådgivare

Rådgivaren som vill vara anonym har många års erfarenhet inom potatisbranschen och arbetar idag som rådgivare och förmedlare av potatis i hela Sverige. Han har en teori att odlare som vill fortsätta med potatisodling och framförallt de som är verksamma inom packeribranschen måste ha lager där man kan säkerställa god kvalitet på potatisen året runt och även förbättra kvaliteten jämfört med idag. Rådgivaren säger att idag så är trenden med löslagring utdöende då de flesta hellre lagrar mindre kvantiteter tillsammans på grund av problem vid inlagring och utplockning då temperaturerna ändras drastiskt i ett löslager under dessa perioder. Han säger dock att det finns exempel där det lagras in kvalitetspotatis med möjlighet att lufta i löslager och sedan plockas all potatis ut på en gång med likvärdig kvalitet som vid inlagring. I t ex Holland har rådgivaren sett exempel där det lagras potatis löst och det fungerar bra där eftersom de gör just på det sättet och tömmer hela lagret på en gång.

Rådgivaren har tidigare arbetat med kunder som löslagrat potatis i system med luftkanaler som ligger på golvet men säger att de flesta av dem har slutat med det för de tycker att arbetet det kräver vid in- och utlastning är för krävande. Även slitaget på kanalerna var en nackdel då de var väldigt utsatta vid utlastning

Rådgivarens rekommendation är annars att lagra potatisen i lådor i planlagret, detta medför att potatisen kan lagras i rätt temperatur under lagringsperioden för att sedan plocka ut de lådor som används efterhand för att inte riskera att temperatursvängningarna i lagret blir för stora. Idag är det många som gör just på det sättet. Byggnaden byggs för lagring av spannmål och sedan lagras potatis i lådor i samma byggnad när spannmålssäsongen är över. Om rådgivaren skulle se det från en synpunkt där det bara togs hänsyn till potatisen säger han att det absolut bästa är att lagra potatis i lådor i kyllager.

Han säger även att det finns många olika system för att ventilera och lagra potatis, han har sett både lyckade och misslyckade sätt, men vill inte uttala sig angående vilket system som fungerar och inte fungerar utan säger att mycket är upp till operatören.

### Sammanfattning intervjuer

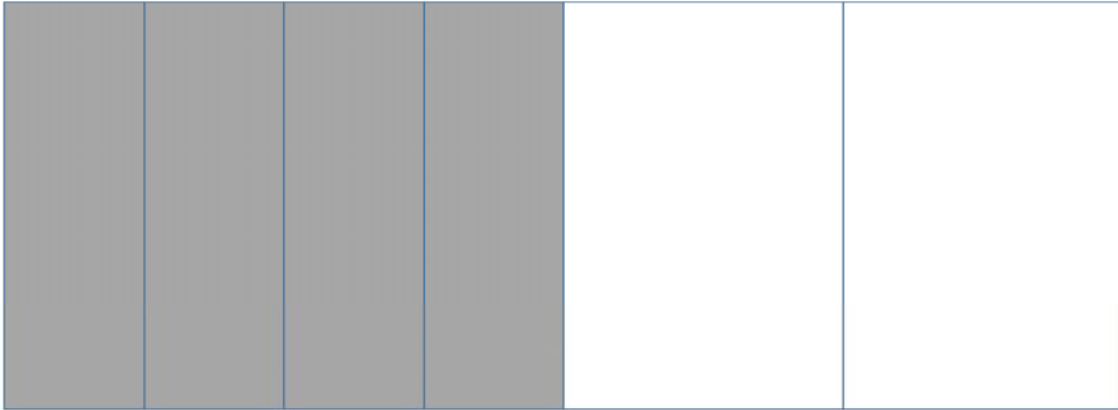
De personer som samtal har förts med har ganska olika bakgrund och intresse gällande ämnet planlagring. Lantbrukaren Bengt Björkman har ingen erfarenhet av varken lagring eller torkning av spannmål eller potatis i planlager men en rad erfarenheter gällande potatislagring. Lantbrukaren Jörgen Sturesson har använt sig av planlagring och torkning både för potatis och spannmål. Säljaren Per Christerson har endast erfarenhet av spannmålshanteringen i ett planlager. Potatisrådgivaren har endast erfarenhet av potatishanteringen.

De i arbetet som har erfarenhet av potatislagring verkar tycka att lådlagring är det som är mest aktuellt och det bästa sättet att lagra potatis på idag. Det nämns av dem att potatislagring i löslager går att genomföra med god kvalitet men hur den ska genomföras verkar vara baserat på vem som genomför lagringen.

De i arbetet som har erfarenhet av spannmålshanteringen säger att spannmålshantering i planlager är lättkött och effektivt.

Sammantaget tycker jag att de alla ser möjligheter att kombinera de två ganska skilda lagringskraven men att det handlar i stor utsträckning om att hitta ett system som passar för den som ska använda det.

## Resultat Vårbacka



*Figur 6. Skiss över lager Vårbacka.*

Grå bakgrund: Potatislager, 750 ton/fack med isolerade väggar, avstånd mellan luftkanaler 2,4 m, möjlighet att använda som "våtfickor" för spannmål. Vit bakgrund: Spannmålstork 1500 ton/fack oisolerade väggar, avstånd mellan luftkanaler 0,8 m

I Vårbackas fall föreslår jag ett hus för potatislagring och spannmålstorkning med 6 olika fack (figur 6). Den del av huset som skall användas för potatislagring behöver isoleras för att försäkra sig om att inte få frostskadad potatis. Inkörsel sker på långsidan vid inlagring och uttagning. 4 stycken av facken rymmer storleksordningen 750 ton potatis med ett avstånd mellan luftkanalerna på max 2,4 m. Dessa 4 fack (till vänster i figur 6) används som "våtfickor" för spannmål och sedan lagring för potatis.

De andra 2 facken (till höger i figur 6) är av storleken 1500 ton spannmål med ett avstånd på 80 cm mellan luftkanalerna. Dessa används för torkning av spannmål och efter att spannmålen lastats ut kan man om man vill lagra potatis där. Troligtvis används dessa för långtidslagring av spannmål och då måste dessa skärmas av från de övriga 4 facken så att ett lämpligt klimat kan åstadkommas både för potatisen och spannmålen. Inlagring sker genom att man backar in, tippas sin last och sedan jämnar ut den med lastmaskin. Utlastning sker med lastmaskin. Luftkanalerna skall vara nedgjutna för att möjliggöra lagring av potatis i lådor om det önskas. Luftkanalerna bör vara tvärgående för att tillgodose möjligheten att lufta delar av lagret efterhand som spannmålen/potatisen plockas ut.

Ett annat alternativ för gården är att endast ha de 4 facken som syns till vänster i figur 6 men istället ha 80 cm mellan luftkanalerna. Då kan de först användas för spannmålstorkning och sedan potatislagring. Om sedan varje fack byggs så att luft inte kan vandra mellan dem möjliggör det lagring av spannmål och potatis samtidigt fast i olika fack.



## Diskussion

Det verkar som en inställning till lagring av potatis idag är att den bör ske i lådor för att få en skonsam hantering som är en del i målet god kvalitet. Lådlagring är också en säkerhet om det skulle finnas någon smitta eller röta i partiet, eftersom smittan endast kommer i kontakt med potatisen i just den lådan. Då matpotatismarknaden kräver högre och högre kvalitet samt mer av utseendet på potatisen kräver det mer av lager som används idag. Med detta i åtanke bör odlare för att få den bästa möjliga lagringen av matpotatis lagra i kyllager istället för t.ex. ett planlager. I fallet Vårbacka verkar det som lådlagring är det alternativ som är bäst, framför allt eftersom de tidigare år har haft bättre kvalitet på det som lådlagrats jämfört med övrig lagring.

Det finns många olika sätt att konstruera ett ventilationssystem för potatis. Av de system som jag tagit upp i arbetet verkar det som nedgjutna luftkanaler har flest fördelar. Det är lätt att konstruera och man kan styra luftvägar och luftflöden med spjäll. Detta är det system som känns mest modernt och lämpligast. De låga luftmängderna, på antingen 25 m<sup>3</sup>/ton och timme vid lådlagring eller 70 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> och timme vid löslagring, löser man genom dimensionering av fläkten. Temperaturen i lagret sänks m. h. a. uteluft som blåses in under tider på dygnet då uteluften håller lägre temperatur. För att lyckas hålla temperaturen på 4 grader krävs det en byggnad som är isolerad. Den relativa luftfuktigheten skall vara minst 95 % i potatislagret.

I mina resultat framgår det att de tillfrågade är ganska överens om att vilket av planlagringssystemen som är mest lämpligt oavsett om inriktningen är mot torkning eller lagring i ett planlager. Det verkar som lösningar med luftkanaler på golvet inte är intressant att använda. Mitt svar på den frågan är effektivitet och hållbarhet, samt att effektiv torkning är svårt att lyckas med i de systemen. Torksystemen för spannmål bör dimensioneras för minst 600 m<sup>3</sup> per ton och timme. Både för potatis och spannmål verkar en bra lösning vara att ha tvärgående luftkanaler mot lastningsriktningen för att göra det möjligt att styra luften till delar av lagret.

Lagring av potatis och spannmål i ett gemensamt lager är omöjligt att genomföra under samma tidpunkt då klimatförhållandena de olika grödorna kräver vid lagring är varandras motsatser. Spannmålen kräver ett torrt klimat och potatisen ett fuktigt. Har man en låg relativ luftfuktighet torkar potatisen ut vilket leder till viktförluster och minskad saftspänning. Har

man däremot ett fuktigt klimat med hög relativ luftfuktighet trivs potatisen medan spannmålen blir fuktiga, vilket leder till sänkt kvalitet framför allt i form av svampar och mögel.

Det sätt som möjliggör användning för både torkning/lagring av spannmål och lagring av potatis är om torkningen/lagringen sker vid olika tidpunkter. För att lyckas då krävs att luftflödet går att justera från rekommenderade luftmängder för spannmål till rekommenderade luftmängder för potatis och vice versa. För att lyckas med detta krävs ett system som går att anpassa. De alternativen som finns för att genomföra en minskad luftmängd är strypning med spjäll, fläkt med variabelt flöde eller att ha olika fläktar att koppla in vid olika driftsfall.

Syftet med mitt arbete var att ta reda på om det var lämpligt att ha ett lager kombinerat för spannmål och potatis, min uppfattning är att det inte är lämpligt att göra det eftersom det är så stor skillnad på lagringsklimaten för de olika grödorna. Jag tror också att en stor del av anledningen till att bygga ett spannmålslager är möjligheten att kunna sälja spannmålen vid den tidpunkt man tror priset är som bäst. Den möjligheten försvinner om lagret ska användas för potatis eftersom skörden av potatis i regel börjar ganska omgående efter att skörden av spannmål avslutats. En lösning på det problemet kan vara att först lagra potatisen utomhus i stuka tills spannmålen är färdigtorkad och levererad. Men detta är en risk då det blir fler hanteringar av potatisen vilket kan leda till skador och till följd av det en sämre kvalitet. I förslaget jag givit till Vårbacka går det att lagra spannmål i halva huset och potatis i halva huset, men det möjliga mervärdet med att använda samma hus försvinner i det fallet.

Mitt val av metod grundades i att jag ville intervjua både brukare och säljare, detta för att brukare och säljare inte alltid är av samma åsikt. Jag ville också prata med säljare som företräder olika tillverkare, detta för att alla tillverkares förslag och synpunkter skulle delges i arbetet, framför allt för att arbetet skulle bli objektivt. Av de företag jag kontaktade var det tyvärr endast ett som ställde upp och detta gör att arbetets slutsatser ifrågasätts. Önskvärt hade varit fler företrädare för olika system för att stärka arbetets slutsatser och resultat. Jag personligen tror dock att gällande val av system hade valet blivit samma även med fler intervjupersoner. Vidare valde jag att intervjua personer som inte företrädde eller nyttjade något system för att kunna väga in deras åsikter angående lagringen av framförallt potatis eftersom det inte verkade finnas så stor kunskap om potatislagring hos de övriga intervjupersonerna.

Hade jag gjort arbetet idag hade jag inte lagt upp arbetet på det sätt som jag gjorde. Jag hade inte förlitat mig på att företag ville ställa upp i arbetet, samt på deras vilja att delge kontaktuppgifter till sina brukare. Jag hade försökt att ha en annan väg in i branschen än genom säljarna, t ex genom att försöka få kontakt med brukare via andra nätverk. Jag hade också försökt att intervjua fler sakkunniga inom ämnena potatislagring samt spannmålslagring, dels för att få mer kött på benen själv samt att kunna stärka mina resultat på ett bättre sätt.

## Slutsats

Min slutsats av arbetet är:

- Det är möjligt att kombinera ett lager för spannmål och potatis i samma utrymme om lagringen sker vid olika tidpunkter och ventilationen är flexibel.
- Det är inte lämpligt att ha spannmål och potatis i lagret samtidigt då man tappar kvalitet p.g.a. olika klimatbehov.
- Byggs ett nytt lager för spannmål och potatis kan det vara lättare att lagra potatis i lådor då det förenklar att få god kvalitet vid lådlagring.

## Källor

### Skriftliga

Ascárd, K. 1986. *Bygga lager för kvalitetspotatis*. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Konsulentavd. Fakta-teknik nr 4. Uppsala

Ascárd, K. & Åström, P. 1985. *Systemlösningar för jordbrukets driftsbyggnader*. Gårdslager.

Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbrukets byggnadsteknik. LTs förlag.

Stockholm

FarmMac AB, 2015. *Produktkatalog torkning, kylning och lagring av spannmål*,

Asmundtorp: FarmMac AB [Broschyr] Tillgänglig: <http://farmmac.se/tork-och-lagring> [2015-06-28]

JL Agriparts, odaterad, *Dancorn Planlager*, Skövde: JL Agriparts [Broschyr] Tillgänglig:

[http://dancorn.com/files/files/Brochure/DanCorn\\_Planlager\\_SE\\_150.pdf](http://dancorn.com/files/files/Brochure/DanCorn_Planlager_SE_150.pdf) [2015-10-23]

Jonsson, N. 1991. *Kallluftstorkning av spannmål*, teknik för lantbruket 26, JTI, Uppsala

Jonsson, N. 2006. *Uppdatering av gårdens spannmålstork*, Uppdragsrapport, JTI, Institutet

för jordbruks och miljöteknik, Uppsala

Jonsson, N., Lundin, G. & Sundberg, M., 2015. *Konservering och lagring av åkerböna vid*

*svåra skördeförhållanden*, JTI-rapport 2015, Lantbruk & industri nr 437

Loecke maskinfabrik, 2015. *Tørregulve*, Tillgänglig:

<http://loekkes.dk/DK/Vi%20tilbyder/Plant%C3%B8rring/Produkter/T%C3%B8rregulve.aspx> (2015-10-23)

Nimmermark, S. 1996. *Potatislagring Klimathållning och byggnadsutformning*. Rapport 109.

Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi. Alnarp

Neuman, L. 2013. *Handbok i energieffektivisering, del 4 Spannmålskonservering,*

*spannmålstorkning*. LRF Konsult

Olsson, M., Jönsson, N., & Jansson, V. 2008. *Hur kan problemet med silverskorv på potatis*

*minskas*, Institutionen för växtproduktion, SLU Uppsala.

Svensson, S-E. Kronhed, A. Lindholm & R. Andersson, S. 2011. *Lagring av potatis i ett*

*föränderligt klimat*. Rapport 2011:48. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakulteten för

landscapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Alnarp

## Muntliga

Björkman, Bengt, Lantbrukare (Intervju) 2015

Christerson, Per, Säljare FarmMac AB (Intervju) 2015

Rådgivare (anonym) Sverigepotatis (Intervju) 2015

Sturesson, Jörgen, Lantbrukare (Intervju) 2015