

## **Inlagringsteknikens påverkan på skalkkvalitet inom matpotatis – en pilotstudie**

The influence of storage technology on the skin finish of food potatoes – a pilot study

*Johan Hernefur Persson*

*Mattias Olsson*



# Inlagringsteknikens påverkan på skalkvalitet inom matpotatis – en pilotstudie

The influence of storage technology on the skin finish of food potatoes – a pilot study

*Johan Hernefur Persson*  
*Mattias Olsson*

Handledare: Torsten Hörndahl, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi.

Examinator: Sven Nimmermark, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Examensarbete inom lantbrukets teknologi

Kurskod: EX0744

**Program/utbildning:** Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

**Omslagsbild:** Hernefur Persson Johan

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

Nyckelord: skalkvalité, matpotatis, potatislager, lagringssystem, kylsystem, skalmissfärgning, lagringsskador, klimatisering.



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för biosystem och teknologi

## FÖRORD

Lantmästare – kandidatprogram 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 kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 10 veckors heltidsstudier (15 hp).

Idén till studien kom från Lars Göran Olsson som producerar matpotatis och upplever ökande problematik med skalkvalitén hos potatis.

Då vi båda är intresserade av främst lantbrukets teknik och hur det kan påverka de ekonomiska värden som finns inom dagens lantbruk, kändes detta som ett område vilket både är intressant och lärorikt. Vi hoppas att vårt arbete kommer att komma till nytta för många som har en potatisodling och som är intresserade utav olika inlagringsmetoder. Vi ville undersöka vilken inverkan lagringstekniken har på skalkvalitén och också få en praktisk del i vår rapport som visar hur olika kylsystem kan se ut hos lantbrukare. Då vi båda har läst till lantmästare med kandidatnriktning lantbrukets teknologi kändes detta som ett ämne vi båda kunde utnyttja våra praktiska samt de teoretiska kunskaper vi fått genom åren, samtidigt som vi kunde fördjupa oss mer inom detta ämne.

Vi vill passa på att tacka Lars Göran Olsson hos Skogsdala Lantbruk AB som bidragit med maskiner, produkter och lagringsutrymme för att möjliggöra försöken. Peppinge Produkter som bidragit med lagringsutrymme för en del utav proverna. Partnerskap Alnarp som bidragit med finansieringen av analyserna.

Samtidigt vill vi också tacka Torsten Hörndahl för handledning och hjälp vid arbetets gång samt sökande av finansiella medel.

Alnarp, september 2017

Johan Hernefur Persson & Mattias Olsson

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	3
INLEDNING .....	3
RESULTAT, DISKUSSION OCH SLUTSATS .....	3
SUMMARY .....	4
INTRODUCTION .....	4
RESULTS, DISCUSSION AND CONCLUSION .....	4
INLEDNING .....	5
BAKGRUND .....	5
SYFTE & MÅL .....	5
AVGRÄNSNING .....	5
LITTERATURSTUDIE .....	6
POTATISEN .....	6
POTATISENS MOGNAD .....	7
SKÖRDEN .....	7
LAGRING AV POTATIS .....	8
<i>Inlagring</i> .....	8
<i>Upptorkning</i> .....	9
<i>Sårläkning</i> .....	9
<i>Nedkylning</i> .....	9
<i>Lagring</i> .....	10
<i>Uppvärmning</i> .....	10
LAGERSYSTEM .....	10
<i>Lådlagring</i> .....	10
<i>Löslagring</i> .....	11
VENTILATIONSSYSTEM .....	11
KLIMATISERINGSSYSTEM .....	12
<i>Utelufts kylning</i> .....	12
<i>Våtkylning</i> .....	12
<i>Artificiell kylning</i> .....	13
SJKDOMAR OCH KVALITETSKRAV .....	14
<i>Skalmissfärgning</i> .....	14
MÄTNING AV SKALMISSFÄRGNING .....	15
MATERIAL OCH METODER .....	16
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING .....	16
SÅRLÄKNING .....	17
PROVTAGNING OCH ANALYSER .....	17
RESULTAT .....	18
DISKUSSION .....	23
INTRESSANTA FORTSATTAS STUDIER .....	24
SLUTSATS .....	25
REFERENSER .....	26
SKRIFTLIGA .....	26
MUNTLIGA .....	27
Bilaga 1 .....	28

# SAMMANFATTNING

## Inledning

Lagring av potatis spelar stor roll för att kunna säkra en konstant försörjning av potatis även under delar av året då odling inte är möjlig. Valen av lagringssystem utgörs av två huvudgrupper med flera underkategorier. Lagringsperiodens längd kan ha stor påverkan på vilket slags system man väljer att använda sig av och hur man går tillväga för att hålla potatisen vid rätt temperatur. Faktorerna som påverkar potatisens kvalitet är många och inte enbart koncentrerade till odlingen. I litteraturgenomgången hittar vi ett antal sjukdomar som kan påverka skalkkvalitén samt några ”blinda fläckar” i analyserna av potatisen som ligger till grund för klassningen.

Många producenter upplever ett ökat problem med att uppnå kvalitetskraven för matpotatis som i sin tur leder till att mängden kasserad potatis ökar. Detta väcker frågan om lagringstekniken kan ha en påverkan av skalkkvalitén. Vårt arbete syftar till att undersöka om olika lagringssystem kan ha en större eller mindre inverkan på skalkkvalitén under lagringsperioden. Vi vill även undersöka om sår-läkningsperioden innan inlagringen av potatis har någon inverkan på lagringsdugligheten och kvalitén hos potatisen.

Vi har valt att använda oss av tre olika system nämligen uteluftstykning, våtkylning och artificiell kylning. Uteluftstykning använder sig bara av friskluft för att kyla. Våtkylning använder sig av evaporativ kylning för att kyla luften och den artificiella kylningen använder sig av en vanlig kylmaskin för att skapa kyla. I alla tre kylsystemen placerades sex olika prover. Tre av dessa provsäckar placerades direkt in i lagret efter att sorteringen gjorts. Resterande tre provsäckar genomgick en sår-läkningsperiod innan inlagringen. Provsäckarna skickades för analys vid tre olika tillfällen därav tre provsäckar i varje led.

## Resultat, diskussion och slutsats

Ingen signifikant skillnad mellan lagringssystemens påverkan på potatisens kvalitet kunde påvisas. Det fanns en antydning till skillnad mellan systemen i inledningsfasen av lagringen, men skillnaden minskar sedan över tiden. Sår-läkningsbehandlingen tycks inte kunna minska kvalitetsproblemen. Valet av system kan vara viktigt beroende på hur lång lagringsperiod man har och vilka kvalitetsproblem man har och som man vill råda bot på.

- I studien fanns ingen statistisk signifikant skillnad mellan de olika lagringssystemen.
- Sår-läkning visade sig inte ge någon minskning av potatisens skador

# SUMMARY

## Introduction

Storage of potatoes plays a major role in ensuring a constant supply of potatoes also during parts of the year when cultivation is not possible. The selection of storage systems consists of two main groups with several subcategories. The length of the storage period may have a major influence on the type of system you choose to use and how to keep the potato tubers at the right temperature. The factors affecting the quality of the tubers are many and not only related to cultivation. In the literature review we found a number of diseases that can affect the periderm of the tuber. We also found some "blind spots" in the analyzes of the potato tubers that are the basis for the classification.

Many producers experience an increased problem of meeting the quality requirements for potatoes, which in turn leads to an increase in the amount of discarded potatoes. This raises the question of how the storage technology may have an effect on the quality of the tubers. Our work aims at investigating whether different storage systems can have a greater or lesser impact on the quality of the potato tuber during the storage period. In our study we also want to confirm whether the wound healing period prior to the long-term storage of potatoes improve the storage quality of the potatoes or not.

We have chosen to use three separate systems, namely outdoor air cooling, wet cooling and artificial cooling. Outdoor air cooling only uses fresh air to cool. Wet cooling uses evaporative cooling to cool the air, and the artificial cooling uses a common cooling machine to create lower temperature. In all three cooling systems six different samples were placed. Three of these sample bags were placed directly into the storage after the sorting was done. The remaining three sample bags had a wound healing treatment prior to going into the storage. All test bags were later sent for analysis on a total of three different occasions, therefore three samples (bags).

## Results, discussion and conclusion

No significant difference between the cooling systems concerning the quality of the potatoes, could be detected. A tendency of a difference between the systems was found in the initial phase of the storage. The difference decreases over time in the storage. The wound healing treatment did not seem to decrease the skin finish problems. The choice of systems can therefore be important depending on how long the storage period is, and what quality problems one has to deal with and should therefore be adapted to farm need.

- In the study there was no statistically significant difference between the different cooling systems.
- Wound healing did not improve the tuber quality.

# INLEDNING

## Bakgrund

Idag ställer handeln allt högre krav på matpotatisens utseende vilket förändrar förutsättningarna för den enskilde lantbrukaren. De mesta av matpotatisen är idag tvättad och man ser då lättare hur skalkvalitén ser ut än om den vore otvättad och därmed döljer eventuella kvalitetsfel. Under de senaste åren upplever man fler och fler svårigheter med att producera potatis som uppfyller de allt mer åtstramande kraven på potatisen. Ett stort problem är kraven på potatisens utseende som kan vara svårt för producenterna att påverka. Det största problemet att få bukt med är skalmissfärgning som används som ett samlingsbegrepp för icke identifierade sjukdomar som skapar missfärgade fläckar på potatisens yta (Olsson, 2017)

Vad som orsakar missfärgningen på potatisens skal är inte alltid helt fastställt. En teori är att det kan bero på vilken form av lagringsteknik som används då skalmissfärgningen tycks öka i förekomst under lagringen, jämfört med potatisen som skickats vid upptagningen med direktleverans. Detta gör att vi ställer frågan hur lagringsteknikens påverkan av skalkvalitén kan påverkas och om man kan minimera problematiken med val av lagringssystem.

## Syfte & Mål

Syftet med vårt arbete är att ta reda på om en specifik inlagringsteknik kan säkerställa en bättre och jämnare kvalitet på matpotatisen under lagringsperioden. Målet med vårt arbete var att utreda om olika inlagringsmetoder har inverkan på skalkvalitén hos matpotatis. Vår frågeställning är om man kan påverka potatisens skalkvalitet genom att tillämpa en specifik klimatiseringsmetod och om s.k. sårläkning påverkar resultatet.

## Avgränsning

I denna rapport har vi valt att inrikta oss på en potatissort som är en vanlig matpotatis i Skåne. Potatisen studeras bara på en gård. Vi studerar endast potatisen i lådlagersystem. Vi fokuserar inte på lagring utav utsäde. Vi gör inte någon ekonomisk analys av betydelsen av resultatet. Inte heller kommer vi göra någon kontroll av lagringsförluster i form av viktminskning på grund av upptorkning av potatisen.

# LITTERATURSTUDIE

## Potatisen

Potatis är den tredje största livsmedelgrödan i världen efter vete och ris för den mänskliga matkonsumtionen (Vulavala et al. 2016). Denna knöl finns i stora delar av världen. Den börjande odlas i Sydamerika närmare bestämt Peru (Nilsson et al. 2012). Tittar man på Sveriges åkerareal så täcks den idag av ca 0,7 % matpotatis som är en utav våra absolut viktigaste livsmedelgrödor (Brorsson 2010). Denna framgång har kunnat ske då den är väldigt näringsrik. Till exempel innehåller den bland annat mycket C- och B-vitamin, kalium, kostfiber, niacin, antioxidanter och mineraler. Den kräver heller inte så mycket insatser i förhållande till vad man kan få ut utav den (Nilsson et al. 2012).

Den är en viktig del i livsmedelsförsörjningen såväl hemma i köket som inom industrin, och är en vegetabilie som ger en hög hälsovaluta för pengarna. Den är även positiv då den innehåller relativt få kolhydrater men ger en hög mättnadskänsla (Nilsson et al. 2012).

Då potatisen kan användas till så mycket, har man kunnat sortera ut vissa sorter som passar olika bra till olika ändamål. Idag finns uppgifter om att det finns ungefär 4000 stycken olika sorter med ungefär 90 olika redovisade egenskaper. Att veta om potatisen är extra känslig för vissa skadegörare, skalkkvalitet, inre missfärgningar, smak eller att den har en sen mognad kan vara avgörande faktorer om man ska satsa på den valda sorten (Nilsson et al. 2012).

Inom det svenska lantbruket diskuteras ofta potatisen som matpotatis, chipspotatis, fabrikspotatis eller stärkelsepotatis. Matpotatisen går ut till handeln där konsumenter kan köpa den för tillagning av mat, chipspotatisen blir chips, fabrikspotatis går till matindustrin och stärkelsepotatisen kommer till stärkelsefabriken där stärkelsen utvinns och används bland annat till tapetklister (Nilsson et al. 2012). På den svenska marknaden har det dock på senare tid ställts alltmer högre krav på den estetiska delen för matpotatis. Handeln upplever att konsumenterna vill ha så rena och jämna knölar som möjligt utan missfärgning (Brorsson 2010).

Höjda krav med avseende på skalkkvalitén har stor inverkan på lantbrukarens ekonomi. Med det höjda kravet blir mycket av potatisen kasserad istället för att bli matpotatis (Brorsson 2010). De höga kraven grundar sig i att handeln ser att konsumenterna som köper potatis idag har ett bredare sortiment av potatisprodukter (Nilsson et al. 2012). I England har en uppskattning gjorts att avdrag p.g.a. silverskorv och svartpricksjuka utgör en årlig förlust på upp till 5 miljoner pund för de brittiska lantbrukarna. Detta visar vikten av att upprätthålla hög skalkkvalité på matpotatis (Brorsson 2010).

Man skördar numera under fuktigare förhållanden då potatisen också är känsligare för att få kvalitativa defekter. Potatisen blir med detta mer utsatt för de mekaniska skador vilket är mest negativt för matpotatisen. I framtiden spås klimatet ändras till en högre temperatur med ännu mer nederbörd på hösten. Detta kommer i så fall leda till ytterligare problem för potatisens skalkkvalité (Kronhed et al. 2011). Under lagringsperioden kan sjukdomarna som svartprick, silverskorv samt andra fläcksjukdomar öka. Man kan minska detta bekymmer genom att snabbt kyla ner potatisen och därmed sakta ner växtperioden för potatisen. Skalproblem kan även bero på såttidjupet, jordtemperaturerna, tillgång på växtnäring, växtsäsongens längd, vattentillgång, jordart och markens struktur. Det går att förebygga flera av dessa faktorer genom en god planering av var man ska sätta potatisen och att ha tillgång till bevattning. Välldränerad jord och tillförsel av rätt näring för den aktuella jordarten är också viktigt (Nilsson et al. 2012).



## Potatisens mognad

Potatisens rotsystem utgår inte från någon huvudrot utan har mer utspridda rötter som gärna håller sig på ca 30–40 cm djup beroende på sort, markförhållande m.m. Stammen som utvecklas har i normalfallet mellan 3–10 huvudstjälkar som utvecklar plantans bladmassa. Knölarna börjar utvecklas en kort tid efter att en ovanjordisk planta har utvecklats. Potatisen är uppbyggd av olika slags lager av celler (Nilsson et al. 2012). Dessa lager kallas periderm och innehåller tre olika delar av cellager. Cellagren har olika egenskaper och är mycket viktiga för potatisen. Den yttersta vävnaden (peridermet) är den del som är knölens skydd mot mekaniska skador. Den ser även till att motverka vattenförluster samt är en skyddande barriär mot bakterier och svampar. Om potatisen blir skadad på ytan bildas ett skyddande lager av så kallad sårperiderm, som även bildas under sår läkningsprocessen vilket läker potatisens mekaniska skador (Olsson 2014).

Blommorna har fem kronblad och tillkommer vid den senare delen av mognadsperioden. Blommorna kan variera i antingen röd, vit eller blå nyans. För att bestämma om potatisen är mogen för upptagning mäter man torrsubstansen i knölarna. Torrsubstansen är olika beroende på sort, sättavstånd samt tillgång på fukt och näring m.m. Innan man skördar potatisen så blastdödar man plantan. Detta gör man för att avsluta tillväxten då knölen nått den önskvärda torrsubstansen. Det minskar även risken för brunröta. Blastdödningen sker via besprutning eller maskinellt t ex med blastkrossning. Efter detta är gjort väntar man ca 10–14 dagar innan skörden kan sättas igång. Om man inte gjort någon blastdödning finns det växtkraft kvar i plantan. Potatisen är då fortfarande aktiv och därmed omogen. Detta ökar risken för mekaniska skador då potatisens skal är betydligt tunnare och skörare. Under sådana förhållande ökar även risken för skalmissfärgningar och lagerröta (Nilsson et al. 2012).

## Skörden

Det är viktigt att förutsättningarna är rätt när potatisen ska tas upp. Potatisen bör tas upp så skonsamt som möjligt och ska inte tas upp för tidigt då skalet bör ha mognat, och inte för sent då risken för sjukdomar ökar. Vädret har stor betydelse på resultatet. Man strävar efter 15° C, lite fukt i marken, soligt med lite vind. Allt detta då man annars kan skada potatisen lättare och/eller riskerar en förhöjd risk för sjukdomar (Nilsson et al. 2012).

Om potatisen är fuktig är den mjukare i skalet än om den är torr och därmed fast. Därför strävar man efter att ta upp potatisen när jorden är fuktig då man minskar risken för de mekaniska skadorna som uppstår. Är däremot jorden för torr kan man bevattna fälten innan man ska skörda potatisen. Detta gör att jorden blir mjukare vilket leder till en skonsammare upptagning. Kan man bevattna innan upptagningen så kan man styra när man kan ta upp potatisen under ett mer optimalt förhållande. Med detta kan även skördetiden breddas då man inte blir lika beroende av väderleken vilket leder till att större arealer för potatis kan odlas. Odling sker även på allt styvare jordar vilket medför ytterligare behov för upptorkning av potatisen eftersom jorden innehåller mer vatten. Vid odling på styvare jordar har man sett en bättre skalkvalité. En del mekaniska skador som uppstår när potatisen tas upp, sorteras och vid hanteringen kommer alltid att finnas. Detta oavsett hur modern maskinpark man har eller hur goda skörde- och inlagringsförhållandena är. Däremot är det här man kan minska skadefrekvenserna om man gör detta så skonsamt som möjligt. Man strävar efter att få så lite skador som möjligt då dessa sår som uppstått på knölen är inkörsportar för såväl bakterie- och svampsjukdomar. Man skadar även potatisens form och spänst då såren i skalet och köttet gör att potatisen förlorar vatten snabbare. Men om miljöförutsättningarna är optimala för potatisen kan den börja läka dessa skador då potatisen är en levande organism (Kronhed et al. 2011).

## Lagring av potatis

Potatisen skördas vanligtvis från början av maj till slutet av oktober men man konsumerar potatisen året runt. Detta gör att man måste lagra produkten under stora delar av året. Lagringen delas in i flera olika stadier för att få ett så gott resultat som möjligt. Stadierna delas in i inlagring, upptorkning, sårläkning, nedkyllning och lagring. Lagringen är viktig då man vill att potatisen håller samma kvalitet när den ska levereras som när den sattes in i lagret (Nilsson et al. 2012).

Betydelsen av en högkvalitativ potatisprodukt utan skador, sjukdomar och synliga missfärgningar bildar ett mervärde vilket bidrar till mer pengar åt lantbrukaren. En tvättad potatis med få fläckar är viktigt för handeln och det är konsumenterna som väljer potatis med hjälp av främst ögonen och senare smaken. Därför är denna premiumprodukt lukrativ ur ett ekonomiskt perspektiv och bör tas på allvar (Peters & Wiltshire 2006). Handeln ser ett mönster hos konsumenten då den gärna väljer en produkt som är svenskt producerad. Konsumenterna föredrar lösviktvara där man själv får välja vilka potatisknölar man vill ha. Dock kan en förpackning förhöja produktens värde ännu mer då konsumenten kan få reda på ännu mer information t.ex. om vad potatisen kan användas till och vem som odlat produkten. Med en förpackning är det även mycket viktigt att produkten presenteras snyggt och att man ser knölarnas utseende tydligt. Därför blir det allt viktigare att tänka på hur potatisen marknadsförs så man får sålt sin produkt. Konsumenterna köper gärna en produkt med ögonen och då höjs kraven via handeln på lantbrukarnas produkter, detta även om smaken är densamma (Nilsson et al. 2012).

I huvudsak bör man sträva efter att hålla en så god miljö för potatisen i lagret som möjligt i form av temperatur och fuktighet. Man skall även hålla lagret fritt från insekter, skadedjur och andra skadliga ämnen som kemikalier och oljor. Ljus får heller inte komma in i lagret då det i sin tur leder till en förhöjd halt av giftiga glykoalkaloider, vilket ger knölen en grön nyans både på skalet och inne i potatisen. Detta fenomen förekommer i potatisens hela livscykel och leder till att man behöver kassera potatisen (Kronhed et al. 2011).

Man vill ha en så stabil temperatur och luftfuktighet som möjligt i lagret. Det kan vara svårt, särskilt när man tar uteluft som varierar i både temperatur och fuktighet. Temperaturen spelar även en viktig roll för att hålla en god fysiologisk åldring och utveckling på knölna. När detta inte stämmer kan man få problem med groning i lagret men även olika sorters sjukdomar, viktminskning av potatisen samt en försämrad kvalitet för utsädespotatis. Måltemperaturen vid lagring av matpotatis är 3–5°C men kan variera mellan olika potatissorter. Ska potatisen skickas till industrin är det viktigt att den inte redan har börjat spjälka stärkelser till enkla sockerarter. Detta kan leda till att potatisen blir mörkfärgad i samband med fritering eftersom sockret karamelliserar vid upphettning. Vissa sorter som är känsliga för detta har istället en måltemperatur kring 8 till 10°C under lagringsperioden. I Sverige är rekommendationen för matpotatis 3-5°C men i Holland och England rekommenderar man en något lägre lagringstemperatur (3°C). Att temperaturen varierar i lagret är inte konstigt men detta kan medföra att kondens bildas. Kondensen kan bidra till röta och mögel i lagret under alla de olika lagringsfaserna. En övervakning av detta är till att föredra och via digitala mätare kan man bli varnad i tid (Kronhed et al. 2011).

### *Inlagring*

Inlagringen sker direkt efter att potatisen tagits upp för att förvaras. Vid inlagringen är det bra om skördetillfället har varit så optimalt som möjligt. Det är viktigt att kunna ta hand om knölna på ett så skonsamt sätt som möjligt under alla processerna som sker. Därför är det också viktigt att förebygga onödiga risker genom låga fallhöjder och få stötar som kan påverka

knölen negativt. Dessa skador bildar inkörningsportar för t.ex. svartpricksjuka, silverskorv, röta m.m. Knölarna ska gärna vara så torra till ytan som möjligt, vilket gör den mer tålig mot de mekaniska skador som tillkomma vid hanteringen. De ska heller inte vara för kalla då de blir mer känsliga för mekaniska skador. Vid inlagringen är det även viktigt att knölarna är så rena som möjligt från både jord och blast då detta kan vara en tillväxtgrund för smittor, sjukdomar och försämrade luftgenomströmning (Nilsson et al. 2012).

### ***Upptorkning***

Den nyupptagna potatisen avger fukt genom så kallad respiration som måste ventileras bort för att inte potatisen ska drabbas av infektion av bakterier och svampar. Mycket skador och sår på potatisen ökar potatisens andningsintensitet till dess att nytt skal bildats (Nilsson et al. 2012). Sporer från smittade potatisar sprids till hela partier via de luftströmmar som finns i lagret orsakade av ventilationen. Dessa sporer kan gro om det finns fuktiga potatisar vilket kan leda till att smittan i lagret sprider sig yttligare (Peters & Wiltshire 2006). Genom att ventileras stora luftmängder genom lagret, transporteras det yttliga vattnet som bildas via respirationen bort från potatisens yttre skal. Man behöver därför snabbt ventileras bort fukten, speciellt om potatisen varit varm vid upptagningen. Under första veckan efter upptagningen har potatisen en hög cellandning men senare avtar den snabbt (Kronhed et al. 2011). Respirationen är högre vid högre temperatur. Då potatisen under upptorkningen ventileras kommer temperaturen i lagret börja anpassas för så kallad sårläkning (Olsson 2014).

### ***Sårläkning***

Genom rätt förutsättningar kan man få skadorna på knölen att läka. Detta kallas för sårläkning som är en process där en skalliknande hinna bildas med hjälp av de översta cellagren hos potatisens yttre skal. Med hjälp av denna hinna bildas då en barriär som skyddar mot de svampar och bakterier som kan infektera knölen (Olsson 2014).

Den optimala temperaturen för sårläkning anses vara runt 13°C. Man bör dock inte ha varmare i lagret än vad potatisen har när den kommer in, då det medför en hög risk för kondensutfällning på potatisen. Den relativa luftfuktigheten bör vara så hög som möjligt (95–99%). Dock bör temperaturen inte vara alltför hög (>20° C) då det kan leda till stress hos potatisen. Stress i sin tur leder till flera negativa processer som att potatisens fysiologiska ålder accelereras och groning kan sättas igång. Sårläkningen tar vanligtvis ca 7-14 dagar (Kronhed et al. 2011).

### ***Nedkylning***

Nerkylningen eller temperatursänkningen är ett av stadierna i lagret där det gäller att sänka temperaturen från sårläkningen. Detta gör man för att få ner respirationen och bromsa utvecklingen utav bakterie- och svampsjukdomar. Det minskar groningsproblemet i lagret samt bromsar den åldrande fysiologiska utvecklingen (Kronhed et al. 2011).

En nerkylning är viktig då man förlänger groningsvilan hos potatisen och därmed förlängs även lagringsdugligheten. Dock krävs även att temperaturen under hela lagringsperioden hålls jämn. En snabb nerkylning är positiv då man även minimerar utvecklingen av skalmissfärgning (Nilsson et al. 2012).

Fördelen med att ligga på en låg temperatur är också viktig för kvalitén av utsädespotatis, som störs mindre vid lägre temperaturer. Den får naturligtvis inte frysa men ca 4° C är något att sträva efter. Temperatursänkningen här i Sverige skiljer sig ifrån våra grannländer. Här rekommenderas att man sänker temperaturen i lagret med max 0,2°C per dag och att man då vid

december är nere på ca 4°C. Våra grannländer däremot har en annan syn då man gärna kyler ner lagret med 1,2°C/dag. Detta kan dock leda till besvärande kondensproblem i lagret (Kronhed et al. 2011).

### ***Lagring***

När man väl nått sin måltemperatur är det bra att den hålls så jämn som möjligt. Med en luftfuktighet över 97,8% kan luften inte ta upp så mycket fukt från potatisen. Rekommendationen är därför att ligga över detta värde, gärna på 99,9 %. Potatisen avger värme och vatten som kan vara problematiskt. Det är därför viktigt att man har luftströmmar i lagret som för bort den ytliga fukten. Med en hög luftfuktighet och låg temperatur förhindrar man en vikt förlust hos potatisen. När vattnet försvinner ur potatisen kan dess vikt minska med 10 procent, vilket leder till en minskad intäkt för odlaren. Vid en optimal miljö kan detta minimeras och istället endast sjunka med 3-4 procent (Kronhed et al. 2011).

I försök gjorda av (Makani et al. 2015) kunde man konstatera att den största inverkan på reducering av lagringsförluster i form av vikt förlust orsakad av respiration och mekaniska skador till följd av upptagning har att göra med tiden emellan blastdöningstillfället och upptagning av potatisen (Makani et al. 2015).

### ***Uppvärmning***

Inför uttagning av potatisen höjer man temperaturen i lagret. Det är dock inte så vanligt i Sverige men det förekommer. Detta är positivt då potatisen får minskade mekaniska skador under hanteringen om den har en högre temperatur. Man vill därför gärna få upp knölens temperatur över 8°C för att få den mjukare och därmed tåligare. Varför det inte är så vanligt i Sverige beror främst på att man har olika sorter i lagret och att man skickar potatisen kontinuerligt under lagringsperioden. (Kronhed et al. 2011).

### **Lagersystem**

Idag när potatisen skall lagras i Sverige finns två olika storlagringssystem vilket är löslagring och lådlagring. Inget av lagersystemen är standardiserat utan kan skilja sig åt avseende luftflöden, luftens passage genom potatisen, luftfuktigheten och nerkylningsmetod. Dock menar Nilsson et al. (2012) att slutresultaten är jämförbara.

### ***Lådlagring***

I detta system läggs potatisen i lådor. Lådor finns i olika storlekar som kan rymma mellan 450–2000 kg. Dessa lådor staplas sedan ovanpå varandra vanligtvis 4–5 meter upp. Fördelarna med detta lagringssystem är att man inte behöver förstärka lagrets väggar för trycklast. Det är även möjligt att hantera flera olika sorter och kvalitéer. Nackdelar som finns är att det krävs mer personal p.g.a. hanteringen av lådorna. Lådorna kräver underhåll och rengöring samt är dyra i inköp (Nilsson et al. 2012).

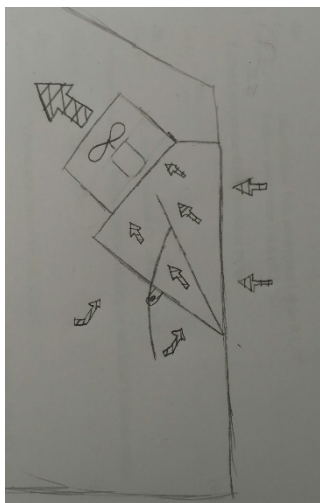
## Löslagring

I löslager läggs potatisen ut på ett ventilerat underlag. Det kan till exempel vara gjort av enstaka kanaler under golvytan som är körbara för tyngre maskiner eller plåtkanaler ovanpå golvytan. Systemen bygger på att man kan torka och kyla potatisen genom att trycka luften genom luftkanalerna och luften rör sig då underifrån och vidare upp genom potatisen (Kronhed et al. 2011). För att få en jämn fördelning av ventilationsluften fördelas potatisen jämt över lagret. Det krävs ett övertryck i luftningskanalerna så man tvingar luften upp igenom potatisarna. Lagret behöver starka väggar som kan stå emot det tryck som potatisen bildar. Man kan med denna metod lagra upp till 4.5 meter i höjd. Löslager lämpar sig om man har en större odling med samma sort och användningsområde. Fördelarna i ett sådant lagringssystem är att man får en högre utnyttjandegrad av golvytan. Inlagringskapaciteten är högre jämfört med lådlagring, samt att man slipper kostnaden för renovering och rengöring av potatislådorna. Dock finns även nackdelar som att lagringshöjden är max 4.5 meter p.g.a. tryckskador för de knölar som är i botten. En annan nackdel är att om en liten del i lagret blir dålig t.ex. pga. röta så sprids detta lätt över hela partiet. Det är även svårt att dela lagret i olika sorter och kvalitéer. (Nilsson et al. 2012).

## Ventilationssystem

Det finns i huvudsak två olika ventilationssystem: högflödessystem och lågflödessystem. Högflödessystemet brukar vanligtvis ha ett luftflöde på ca 50-90 m<sup>3</sup> luft/ton och timme, jämfört med lågflödessystem som har ett luftflöde på ca 25-40 m<sup>3</sup> luft/ton och timme (Nilsson et al. 2012).

Fördelarna med ett högflödessystem är att det effektivare ventilerar bort fukten. Detta är särskilt viktigt i upptorkningsfasen. Det är även lättare att hålla en jämn nerkylningshastighet samt undvika kondens i lagret. En fläkt leder luften ovanför potatisen och så långt som möjligt in i lagret tills den returnerar ner och går tillbaka mellan potatislådorna. Luften går in via ett blandningsspjäll där uteluft kan blandas in. Se figur 1. Därefter går luften vidare till fläkten och ut i lagret igen. I lagret finns även spjäll som öppnas för att släppa ut luften så man får in ny luft (Nilsson et al. 2012).



Figur 1 Skiss på blandningsspjäll som förekommer i lager med högflödessystem

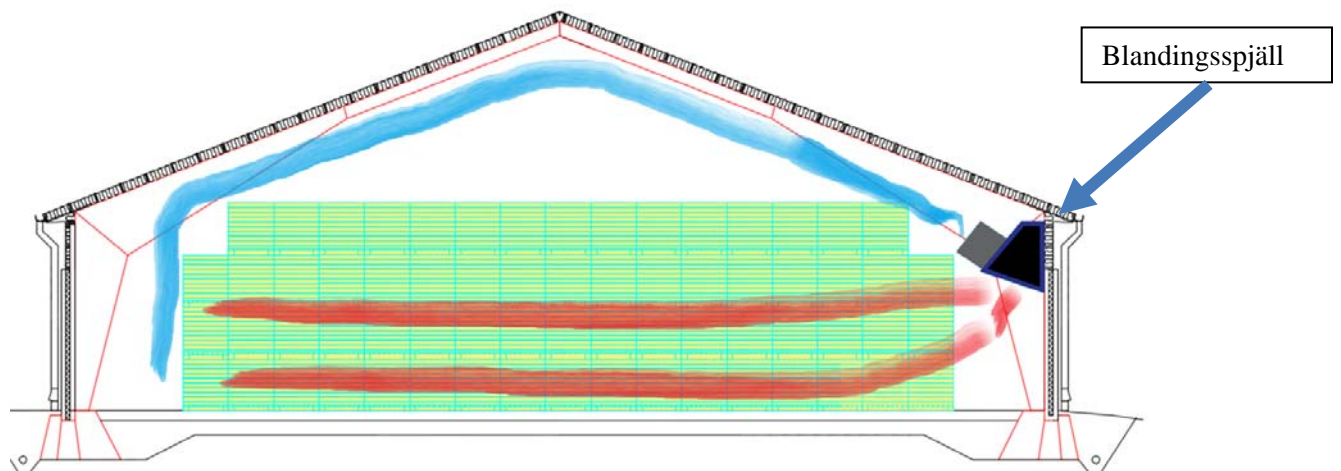
Lågflödessystemet är vanligast i Sverige. Det kallas även för ”Alf Johanssons systemet”. Systemet fungerar väl om det är gynnsamma förutsättningar då potatisen är torr och man har låg och stabil utetemperatur. Det fungerar mindre bra när man vill ha en snabb upptorkning och snabb nerkyllning för att minska risken för kvalitativa skador (Kronhed et al. 2011). Lågflödessystemet är beroende av uteklimatet, det fungerar därför bäst när det är låg utetemperatur och när inlagringen har avslutats (Nilsson et al. 2012).

## Klimatiseringssystem

### Utelufts kylning

Denna typ av kylsystem syftar till att skapa ett gynnsamt lagringsförhållande för potatisen med hjälp av en blandning av ute- och inneluft. Fläktarna i systemet är belägna i en blandningskammare med ett spjäll, som reglerar mängden luft som tas utifrån kontra inifrån lagret på det sätt som beskrivits ovan (Ascárd & Åström 1986). Sedan drivs luften tillbaka mellan potatislådorna och kyler potatisen på tillbakavägen (van ’t Ooster 1999).

I figur 2 kan man se hur den kalla luften cirkuleras genom potatislådorna i systemet för att kyla potatisen. Den uppvärmda luften fortsätter sedan tillbaka till sidan med ventilluckorna och blandningsspjället (se figur 1) där luften antingen lämnar lagret eller används i blandningsspjället för att reglera temperaturen på den inkommande luften.



Figur 2 Skiss av varma (röd) och kalla (blå) luftflöden genom potatislådorna i system med utelufts kylning.

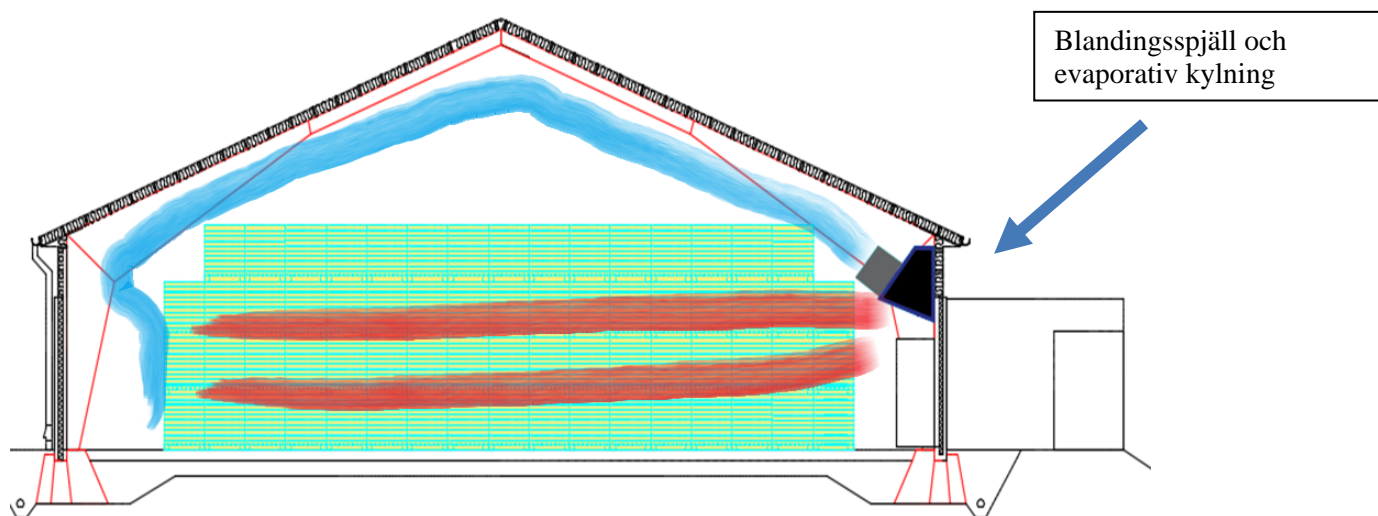
### Våtkylning

Detta kylsystem grundar sig på principen att det behövs energi för att förångna vatten. Det är den energi som är nödvändig för processen som tas ur värmeenergin i luften. Luften får högre fuktinnehåll men lägre temperatur (Luftmiljöbutiken 2017)

I de lager som använder denna princip är den evaporativa kylanläggningen kopplad till ett friskluftssystem som blandar luften inne i lagret med uteluft för att skapa en gynnsam miljö och

för att minska energibehovet. Men uteluften kan endast blandas in om den har en lägre temperatur än den önskade lagringstemperaturen. Men när temperaturen överstiger det önskade värdena befuktas inkommande luft och temperaturen blir således lägre. När luften inne i lagret ska kylas passerar luften förbi ett filter som fuktas upp av det kalla vattnet från ett vattenbad. Luften mättas då med vatten samtidigt som temperaturen sjunker. Vattenbadet är precis som namnet kan antyda en stor balja med vatten och ett antal kylrör vars uppgift är att bygga upp ett stort lager med is som ska kyla det cirkulerande vattnet. Kylrören kyls med hjälp av en kylkompressor (van't Ooster 1999).

I figur 3 kan man se hur kylanläggningen ansluts till lagret och den befintliga uteluftskylan, samt hur den kalla luften går längs med taket för att sedan cirkulera tillbaka där värmeväxlingen med potatisen sker vilket kyler potatisen.



Figur 3 Skiss av varma (röda) och kalla (blå) luftflöden genom potatislådorna i system med våtkylning samt placering av kylaggregat.

Detta kylsystem grundar sig på principen att det behövs energi för att förångna vatten. Det är den energi som är nödvändig för processen som tas ur värmeenergin i luften. Luften får högre fukttinnehåll men lägre temperatur (Luftmiljöbutiken 2017)

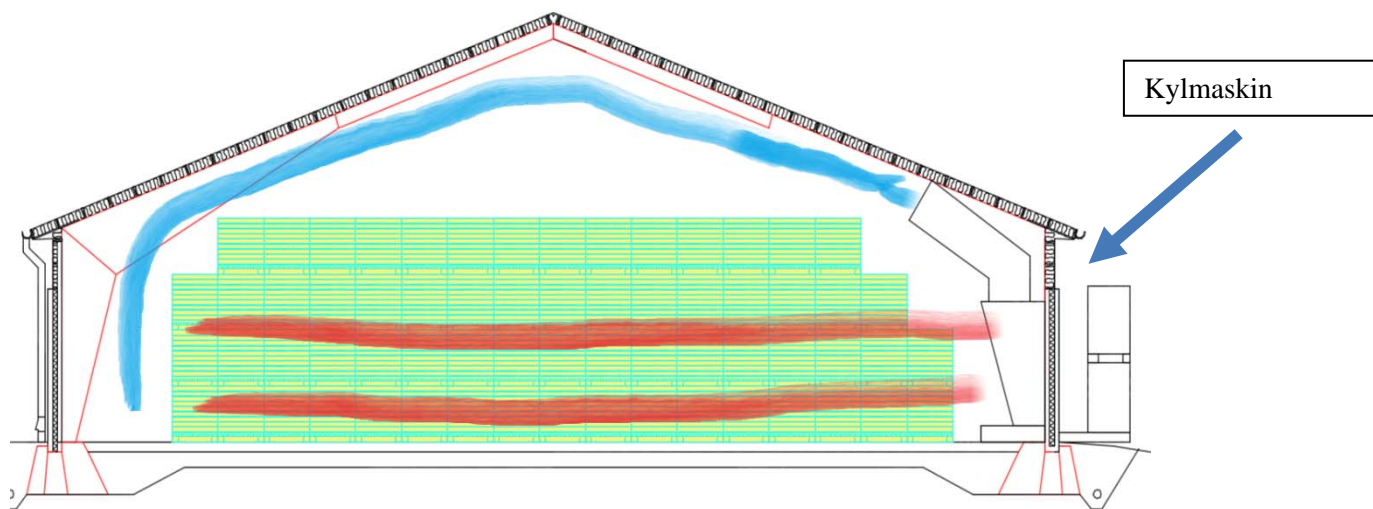
I de lager som använder denna princip är den evaporativa kylanläggningen kopplad till ett friskluftssystem som blandar luften inne i lagret med uteluft för att skapa en gynnsam miljö och för att minska energibehovet. Men uteluften kan endast blandas in om den har en lägre temperatur än den önskade lagringstemperaturen. Men när temperaturen överstiger det önskade värdena befuktas inkommande luft och temperaturen blir således lägre. När luften inne i lagret ska kylas passerar luften förbi ett filter som fuktas upp av det kalla vattnet från ett vattenbad. Luften mättas då med vatten samtidigt som temperaturen sjunker. Vattenbadet är precis som namnet kan antyda en stor balja med vatten och ett antal kylrör vars uppgift är att bygga upp ett stort lager med is som ska kyla det cirkulerande vattnet. Kylrören kyls med hjälp av en kylkompressor (van't Ooster 1999).

### *Artificiell kylning*

En kylmaskin är uppbyggt av kompressor, kondensator, expansionsventil och förångare genom vilket ett köldmedium cirkulerar. (Ascárd & Åström 1986). Kompressorn skickar den komprimerade gasen vid hög temperatur till kondensorn som använder sig av bland annat uteluft för att kyla gasen och överföra den i vätskeform. Därefter transporteras den kalla vätskan till

förångaren. Denna är belägen inne i lagret där en fläkt cirkulerar lagringsluften genom förångaren. Den varma lagringsluften kyls av den kalla vätskan medan vätskan värms upp och omvandlas till ånga. Senare returneras ångan till kompressorn där hela kedjan börjas om igen. En nackdel med detta system är risken för isbildning på förångaren som då både kräver avbrott för avisning samt torkar upp lagringsluften vilket kan öka mängden fukt som avges från potatisen och reducerar varans vikt (van't Ooster 1999).

I figur 4 kan man se hur luften cirkulerar i lagren för att kyla potatisen och transportera värmen från potatisen till kylmaskinen.



Figur 4 Skiss av varma (röd) och kalla (blå) luftflöden genom potatislådorna i system med artificiell kylning samt placering av kylmaskin.

## Sjukdomar och kvalitetskrav

### Skalmissfärgning

Skalmissfärgning är en samling av synliga sjukdomar orsakade av diverse skadegörare. Exempel är silverskorv, svartpricksjuka och vanlig skorv. Med en snabb upptorkning kan dessa sjukdomar både bromsas eller till och med motverkas. Man förhindrar även spridningen av dessa i lagret med hjälp av upptorkningen. (Kronhed et al. 2011)

Silverskorv är en svampsjukdom som till huvudsak är utsädesburen. Potatisen infekteras av svampen vid slutet av mognadstiden genom att den trängt sig genom skalet. Detta gör att det är svårt att upptäcka om potatisen blivit smittad eller inte. Med tiden utvecklas fläckarna på potatisen som då är silverfärgade. Dessa fläckar växer så småningom ihop och sprids över hela potatisen till stora nekrotiska fläckar (död vävnad). Spridningen sker främst vid högre temperaturer (>20 grader) och vid en hög luftfuktighet (90-100 procent) (Brorsson 2010). Vid optimala förhållanden för svampen kan ventilationsluften sprida smittor genom att svampen sporulerar, och därmed sprids via luftströmmarna vidare i lagret (Nilsson et al. 2012).

Smittorisken är också hög i samband av upptagning och sortering. När potatisen är smittad och silverskorven brutit ut, förlorar potatisen vätska och blir skruppen (Brorsson 2010). Infektionen växer till på moderknölen och smittar sedan vid upptagning dotterknölna. Den största



förväxlingsrisken för silverskorv är svartpricksjuka som också skapar missfärgade fläckar på skalet men utan silverskorvens något skimrande utseende (Nilsson et al. 2012)

Svartpricksjuka syns vanligtvis inte förrän senare i lagret, men smittan kommer med potatisen från fältet och sprids under upptagningen. Om det varit en blöt sommar är risken högre att knölna är smittade. Svartpricksjuka påverkar potatisknölen med brun- till silverfärgade fläckar som i värsta fall kan täcka hela knölen. Den kan utskiljas på svampens vilokroppar som manifesteras som små svarta prickar i de missfärgade områdena. Vid lagringstemperaturer på 2-4°C kan de smittade områdena efter ett par veckor sjunka in något och mörkfärgas (Nilsson et al. 2012).

Vanlig skorv är en bakteriesjukdom som kan drabba potatisen under hela tillväxtperioden. Skadorna som bakterierna orsakar på grödan beror på ett fytotoxin. Detta toxin påverkar cellulösans biosyntes vilket betyder att toxinet endast kan påverka växande vävnad (Nilsson et al. 2012).

### **Mätning av skalmissfärgning**

All provtagning för SMAK-certifiering utförs av Svensk Potatis AB´s godkända kontrollanter. Analyserna är uppdelade i fyra grupper A, B, C och D.

Grupp A behandlar ihållighet, bladruillsjuka, naveländsnekros, rost, kärldringsmissfärgning, glasighet, annan inre missfärgning, grönfärgning, frostsador, olika rötter, stjälbakterios, värmeskador och kvävningssador. Maximala frekvensskador för grupp A får inte överstiga 5 % för klass 1 och 10 % för klass 2.

Grupp B analyserar mekaniska skador, kvickrotssador, inåtväxande groddar, missformning, växtsprickor, larv och larvliknande skador samt snigel och andra djurgnag. Maximala frekvensskador för grupp B är 10 % för klass 1 och 20 % för klass 2.

Grupp C analyserar mekaniska skador och stötblått med mindre omfattning än 10 % av knölens yta. Max skadat i gruppen C är 15 % för klass 1 och 20 % för klass 2.

Grupp D innefattar problem med skalfinish så som skorv, skalbristningar, skalåterbildning, yttre antocyanfärgning och skalmissfärgning som omfattar minst 10 % av knölens yta. Maximalt med skada i klass D är 8 % för klass 1 och 25 % för klass 2.

För att ett prov ska vara representativt för 20 ton måste minst 20 kg tas ut. Detta ska då vara ett samlingsprov av flera delprov. 15 kg kan räcka om potatisen är liten. Delprovet tas ut minst ett prov per ton i partiet, och i förpackningar överstigande 15 kg ska provet tas ur flera skikt i förpackningen. Vid analys ska samlingsprovet tvättas och blandas sedan tar man ut ett arbetsprov på 15 kg eller 10 kg för småpotatisar. Dessa används sedan för analyser av grupperna A – D. Resterande knölar ska användas för att kunna bestämma potatisens kok och bakegenskaper. I dessa prov får det inte ingå potatis med rötskador, frostsador eller grönfärgning. En del av arbetsprovet ska även fotograferas för att möjliggöra eventuella granskningar i efterhand vid framtida problem med partiet (Anon 2016).

## MATERIAL OCH METODER

Meningen med detta projekt var att undersöka om lagringstekniken hade någon påverkan på skalmissfärgningen hos potatis. Avsikten var även att undersöka om lagringstiden hade någon inverkan samt om s.k. sårläkning påverkade skadefrekvensen.

Vi började vårt arbete med att ta upp potatisen den 18 oktober 2016. Potatisodlingen var utanför Glemmingebro öster om Ystad och sorten var Inova. Den har egenskaper som ger en medeltidig skörd och bildar snabbt ett hållbart skal med en bra skinfinish. Detta gör att den är passande till höstskörd samt lång lagringsperiod.

Potatisen togs upp ur två rader på en sträcka av 125 meter. Detta för att minimera variationer som kan förekomma i fälten i form av näring, jordart, behandlingar, vattentillförsel m.m. Grödan såg jämn och likvärdig ut visuellt.

Potatisen togs upp med hjälp av en potatisupptagare Underhaug 2700 utrustad med axialrullar. Axialrullarna hjälper till att få bort diverse blast och jord från potatisen, dock kan de ge mekaniska skador på potatisen. I vanliga fall används inte axialrullarna för upptagning av matpotatis då de kan skada potatisen. I vårt fall så ville vi ge potatisen lite skador så vi kunde se om det blir någon förbättring eller försämring i lagringsförsöket. Totalt sett tog vi upp ca 1500 kg potatis som vi sedan sorterade fram proverna ur.

Varje prov bestod av tjugofem kilo potatis som sedan placerades ut i de olika lagringssystemen som var uteluftskylning, våtkylning och artificiell kylning. För att studera lagringstidens inverkan plockades prov ut vid tre separata tillfällen. Första provtagning skedde i december, den andra i januari och det sista i mars. Dessa skickades för analys till SMAK som analyserade potatisen enligt de kriterier som tidigare redovisats. För att studera om sårläkning hade någon inverkan dubblerades försöket med lika många led till, där potatisen fått sårläkning i 21 dagar innan den lades in i lagret. Totalt skickades 19 prover för analys. Ingen upprepning gjordes

Säckarna med potatis lades i potatislådor precis som i den vanliga traditionella hanteringen. Säckarna placerades så att påverkan av avvikande luftströmmar minimerades.

I studien registrerade vi också temperaturförändringarna under lagringsperioden med hjälp av temperatur/RF loggar som vi placerat ut tillsammans med potatisproven. Alla systemen använder sig av AgroVents kontrollsystem.

### Försöksuppläggning

Potatisen togs upp, den 18 oktober. Efter upptagningen sorterades potatisen i en sorteringsmaskin som var utav märket Tong Bulker 1200, nätsorterare med stålnät samt sorteringsbord. Vid stålnätet sorteras storleken av potatisen och på sorteringsbordet skedde en manuell utsortering av gröna-, skadade potatisar, sten, ogräs och blast. Vid sorteringen säckades potatisen i totalt 19 stycken nätsäckar innehållande 25 kg potatis vardera. Dessa potatisar användes i våra försök och var i storleksklass >45 mm. Dessa klassas då in som matpotatis där problematiken för skalmissfärgning är aktuellt. Vi valde att köra potatisen genom dessa maskiner för att den skulle ha påverkats av den maskinella hanteringen.

En av säckarna skickades direkt till analys av kvalitativa skador för att få ett nollprov. Med detta kan man senare se om det blivit någon förbättring eller försämring vid de senare provtagningarna som tillkom.

9 säckar fördelades direkt ut på tre olika kylningssystemen som beskrivits tidigare. Alla systemen byggde på lådlagring med kylsystem med höga luftflöden. Två av dessa potatislager (våtkylsystemet & systemet med artificiell kylning) låg intill varandra och det tredje (kylning med uteluft) låg 7,5 km från dessa. Det bedömdes inte vara någon skillnad i uteklimat mellan platserna.

## **Sårläkning**

9 provsäckar fick sårläkning. Vi lade säckarna i en potatislåda med måttet 100x150x110. Genom att blåsa luft (12–15°C) genom lådan med hjälp av en värmefläkt simulerades sårläkningen. Detta gjordes i 21 dagar. Värmaren behövde justeras då och då på grund av utetemperaturens skiftningar. Det sattes även in en temperatur- och fuktighetslogger i denna låda.

## **Provtagning och analyser**

Analyser utfördes av Svensk Potatis.

Direkt efter upptagning och sortering skickades ett nollprov in för att kunna jämföra de förändringar som kan komma till att ske.

Den 4 december skickades första omgången av proven in för analys utförda av Svensk Potatis. De fick då totalt sex prov totalt, ett från vardera kylsystem, med och utan sårläkning. Proven utan sårläkning hade då varit i lagret i 47 dagar. De som blivit behandlade med sårläkning hade varit i kyltagret 26 dagar.

Den 26 januari skickades den andra omgången av prover (6 st) in för analys. Proven utan sårläkning hade då varit inne i kyltagret 100 dagar. Potatisen som behandlats med sårläkning hade då varit inne i 79 dagar.

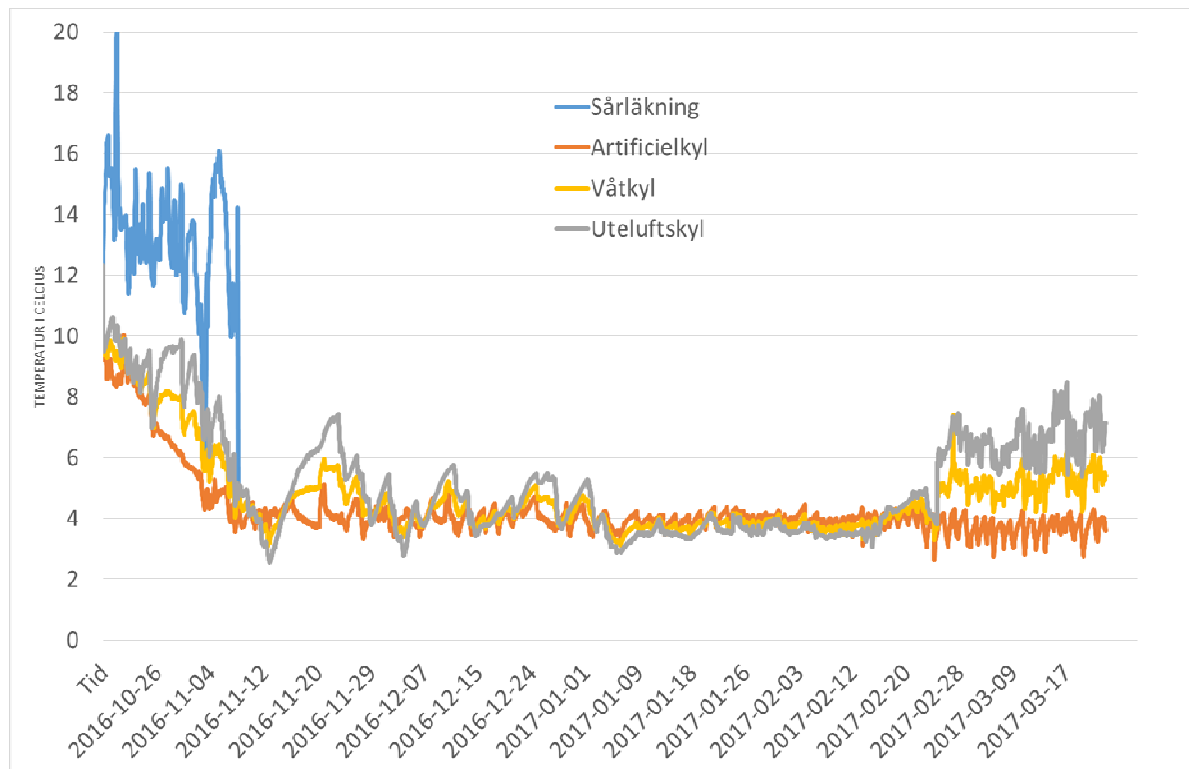
Den 23 mars skickades de sista proverna (6 st) in för analys. Proverna utan sårläkning hade då varit inne i kyltagret i 156 dagar jämfört med potatisen som varit utsatta för sårläkning som bara varit där 135 dagar.

För att undersöka om det fanns några statistiska skillnader mellan de olika systemen och behandlingarna under försökstiden fick vi hjälp av Universitetslektor Jan Eric Englund, SLU som använde sig av Minitab för att analysera provsvaren. Detta gjordes genom en variansanalys med tid som block och faktorerna: lager, sårläkning och samspelet mellan de olika kyltagerna och sårläkningen. I analysen kontrollerades även de enskilda skadorna mot varandra samt även som en gemensam kvalitetsskada

## RESULTAT

Temperaturen och luftfuktighet i lagret har stor påverkan på potatisen samt eventuella lagringsförluster under lagringsperioden. Därför har vi registrerat temperaturskiftningarna i de olika systemen och resultatet från datainsamlingen finns att utläsa i figur 5. Det bekräftar att det system som har den stabilaste temperaturen är systemet med artificiell kylning, och de som har störst variation i inomhustemperatur är systemet som använder uteluftskylning.

Vi har valt att inte ha med ett diagram för luftfuktigheten. Variationen mellan systemen var endast några enstaka procent. De stora variationerna i temperatur under sårläknings fasen kan förklaras genom att värmefläkten som användes inte varit tillräcklig snabb i temperaturregleringen för att klara de snabba förändringarna i utetemperaturen som skede under denna period.



Figur 5 Temperaturens variation i de studerade systemen under försökstiden.

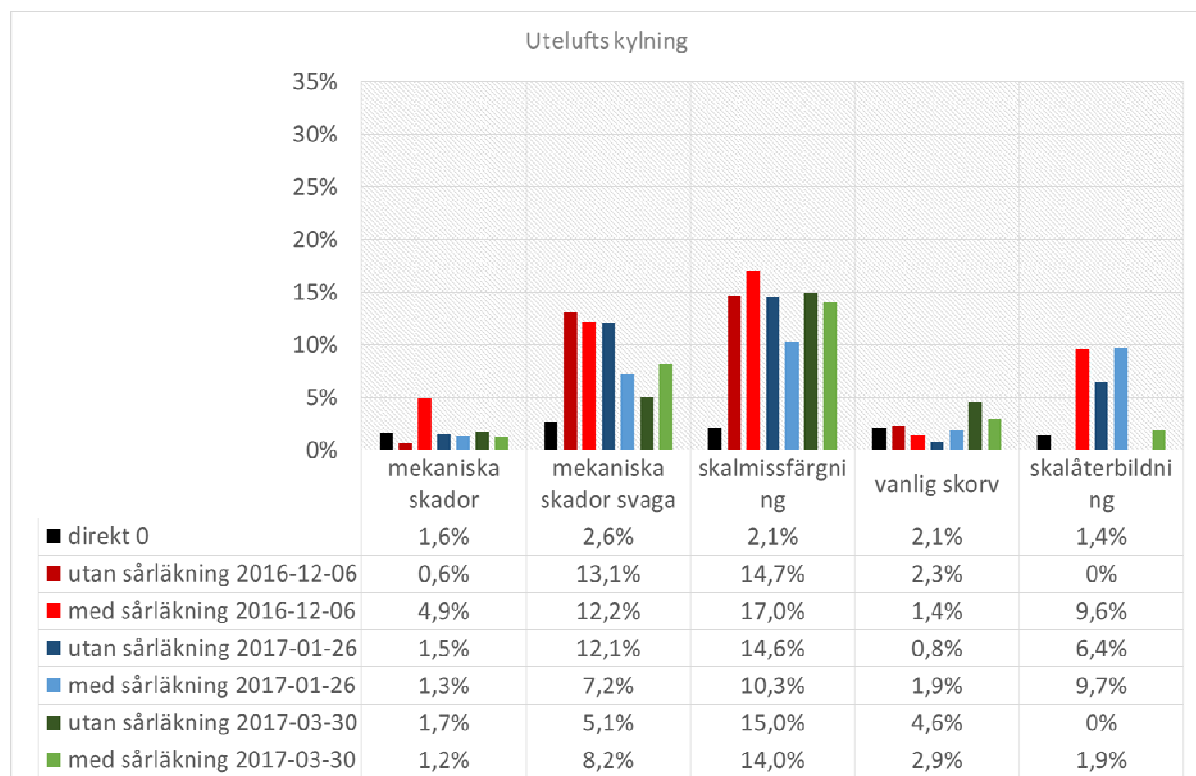
Sammanställningen av resultaten från analyserna av proverna framgår av figur 6-9. Analyserna som är gjorda på potatisen ger som resultat hur stor andel i procent av provet som har respektive skador eller sjukdomar. En potatis kan ha flera olika skador och sjukdomar vilket alla räknas med i analysresultatet. Exempel på ett sådant analysresultat som diagrammen grundas på finns i bilaga 1.

Vid utvärdering av analysresultaten framgår att sårläkningsbehandling inte har haft någon statistiskt signifikant betydelse för minskad förekomst av skador. I vissa fall noteras att denna behandling har haft en negativ inverkan på potatisen.

Vid statistiska analyser av provresultaten framgår att det inte finns någon statistisk säkerställd skillnad mellan något av de olika systemen eller behandlingarna som studerats.

I figur 6 framgår resultaten från de analyserna av potatisen som lagrats i uteluftkylningsystemet. Varje typ av kvalitetsfel som framgår av analyserna redovisas var för sig.

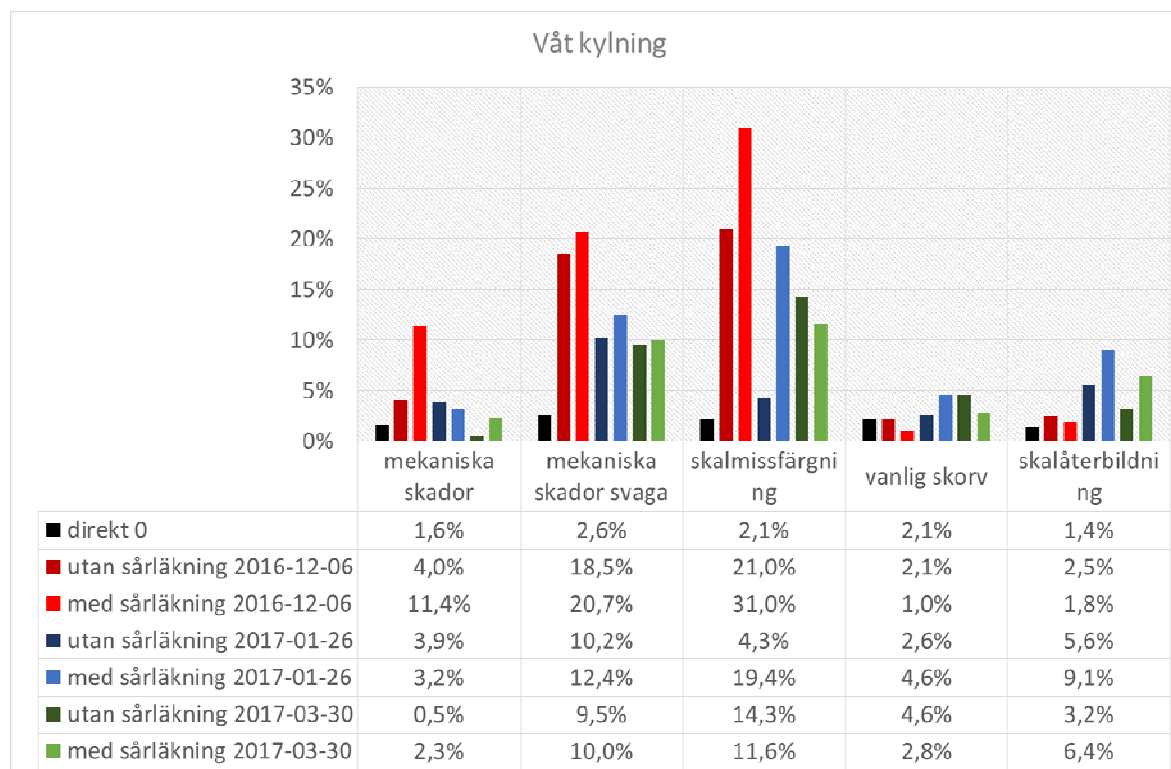
Intressant med uteluftssystemet är att man kan se en minskning av de flesta problemfaktorer mellan den första och andra inlämningen. Mellan den andra och tredje inlämningen vänder trenden uppåt igen som man kan se i staplarna för mekaniska skador, skalmissfärgning och vanlig skorv. Det är liten skillnad i mekaniska skador mellan behandlingarna utan sårläkning och behandlingarna med sårläkning. En återkommande trend är ökningen av vanlig skorv under lagringstiden i alla tre systemen, med undantag för uteluftssystemet som visar en minskning under mitten av lagringsperioden. Alla lagringssystem har högre förekomst av skador än det prov som lämnades direkt vid upptagning.



Figur 6. Sammanställning av resultaten från analyserna av skador på potatis lagrad i uteluftkylningsystemet.

I figur 7 framgår resultaten från de analyserna av potatisen som lagrats i våtkylningssystemet. Upplägget för figur 7 är samma som ovan.

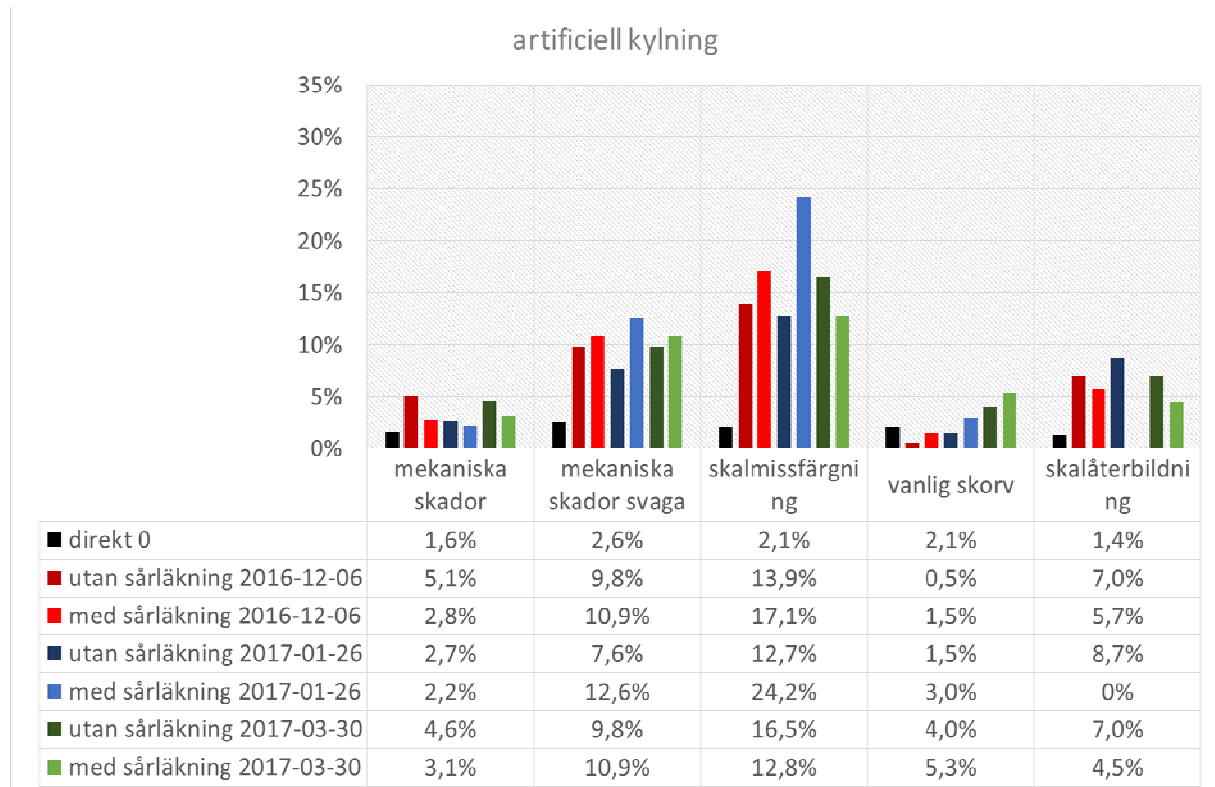
I figur 7 för våtkylningssystemet fanns mindre skador i proverna som inte har utsatts för en sårläkning utan placeras direkt i lagren. I detta system tycks sårläkningsbehandlingen ha en negativ inverkan på resultatet. Återigen uppvisas ingen statistisk skillnad mellan behandlingarna.



Figur 7 Sammanställning av resultaten från analyserna av skador på potatis lagrad i våtkylningssystemet.

I figur 8 framgår resultaten från analyserna av potatisen som lagrats i det artificiella kylsystemet. Upplägget för figur 8 är samma som ovan.

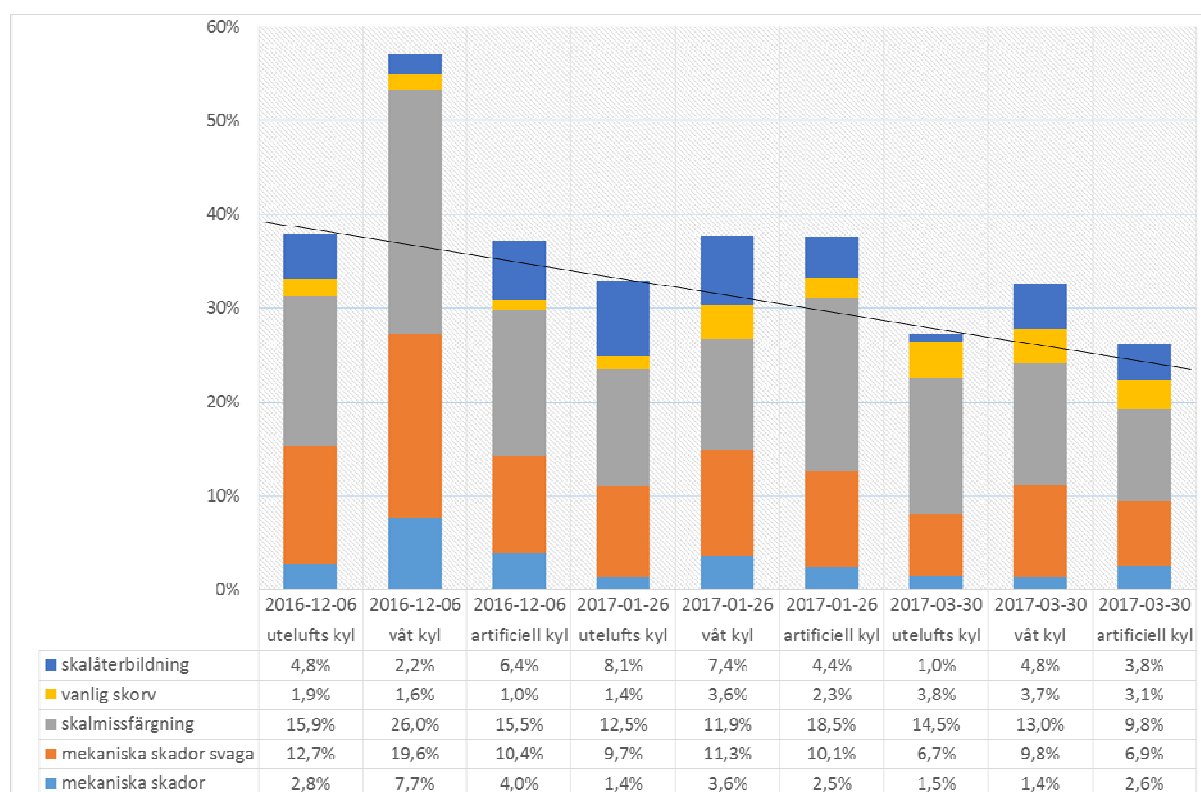
I figur 8 kan man se en liknande trend gällande sårläknings behandling som i våtkylningssystemet. I det artificiella systemet har också prov som inte haft en sårläkningsperiod innan insättning i lagret mindre skador. Denna skillnad är dock inte lika tydligt i detta system som i våtkylningssystemet. Inte heller i detta system kan påvisas någon signifikant statistisk säkerställd skillnad mellan analyserna av prov som haft sårläkningsprocessen eller direktlagrats.



Figur 8 Sammanställning av resultaten från analyserna av skador på potatis lagrad i artificiella kylsystemet.

Eftersom det inte fanns någon statistisk säkerställd skillnad mellan om potatisen fått såriläkning eller inte, gjordes en ytterligare sammanställning (se figur 9). Man slår därför samman analysresultaten för alla proverna oavsett om de haft såriläkningsperiod eller om de direktinlagrats. Man får då ett medelvärde för varje system och tillfälle och där man kan jämföra alla skador från ett system och tillfälle. Detta gör det enklare att jämföra själva klimatiseringsystemen med varandra över lagringsperioden.

Som tydligt framgår av figur 9 har potatisen som lagrats i våtkylningssystemet mest skador genom hela försökstiden, men det har också den största procentuella minskningen av skador under lagringstiden. Från första provtillfället minskar mängden skador i detta system från 57 % till 33 % vilket blir en minskning på nära 22 procentenheter. Detta ska då jämföras med potatisen som lagrats i utelufts- och de artificiella systemen som har en sänkning på endast 11 procentenheter. Man kan dock i utvärderingen även konstatera att lagret med våtkylning började på en nivå som var nästan 20 procentenheter högre än de andra systemen. Men redan vid andra provtillfället har det våta kylsystemet kommit ner i värden motsvarande de andra systemen. Ett annat resultat från figur 9 är att potatisen som legat i uteluftslagret hade en snabbare reduktion av skador.



Figur 9 Jämförelse av förekomsten av skador i de olika klimatiseringsystemen över lagringsperioden.



## DISKUSSION

Detta arbete har i vår mening varit både givande och intressant. Vi har lärt oss mycket om hur lagring av potatis går till och svårigheterna med att hålla en hög kvalitet på de produkter man ska leverera till sina konsumenter.

Även om resultaten inte pekat på någon statistisk säkerställd skillnad mellan systemen kan man fortfarande se att det finns små skillnader mellan systemen. Dessa små skillnader kan fortfarande vara skillnaden mellan att få potatisen klassad som klass1 eller klass2.

Man ska även vara medveten om att analyserna inte gör någon skillnad på skador som uppkommit till följd av odling, upptagning eller lagring utan alla skador utgör lika stora problem för kvalitetsklassningen.

Vad vi har sett med detta arbete är att de olika lagersystemen har en större inverkan i början av lagringsperioden än resterande tidsperiod vad gäller kvalitativa skador (skalmisfärgning, skorv mekaniska skador m.m.). Men även att de kvalitativa skadorna minskar i alla systemen under lagringsperioden. Detta resultat ska man kanske vara lite skeptisk mot då odlare Lars Göran Olsson påpekar att detta går helt emot all hans erfarenhet av att lagra potatis.

Man ska ta i beaktning de rådande förhållanden som var vid upptagningstillfället och den metod som användes vid upptagning då detta kan ha påverkat resultatet. Proverna togs upp och lades in i respektive lagringssystem i mitten av oktober under våta förhållanden. Detta kan i sin tur ha betydelse då potatisen var en våt och redan nerkyld produkt som togs upp. Denna faktor kan ha haft en stor inverkan på produktens känslighet vid inlagring och sår-läkningsprocessens effektivitet. En annan faktor som bör ha spelat en stor roll i mängden mekaniska skador är att potatisen behandlats på ett hårdhänt sätt vid upptagning och sortering.

Vi har fått lära oss att valet av lagringssystem ska grundas på flera olika faktorer. Man kan behöva ta hänsyn till hur länge man ska lagra potatisen och vilka problem man anser kan vara viktigast att åtgärda. Som exempel kan man ta att om det är mekaniska skador som är största problemet och man ska lagra potatisen länge kan ett våtkylsystem ha större fördelar jämfört med ett uteluftskylning. Däremot kan uteluftssystemet vara bra om man ska ha en kort lagringsperiod eller om man inte har några större problem med kvalitativa skador. Artificiell kylning kan vara användbart för att kunna lagra i varmare klimat eller för året runt lagring. Man kan däremot behöva ha tillgång till befuktande system i ett lager med artificiell kylning.

Även då våra resultat tyder på att valet av system har störst inverkan i början av lagringsperioden har vi bara gjort försöket under en begränsad tid som anses vara den enklaste delen av året att lagra potatis. Hade försöken vi gjorde pågått fram till juni hade kanske resultaten pekat på att något av systemen var mer fördelaktigt för långtidslagring än andra.

I vårt försök har vi inte fått någon statistisk säker skillnad mellan den potatis som fått sår-läkningsbehandling och den som lagts direkt i lagret. Detta resultat kan bero på att de lagringssystem som vi använt haft kriteriet att temperaturen bara får sänkas med en halv grad per dag vilket gör att nedkylningsprocessen tar sådan tid att detta fungerar som en sår-läkningsbehandling. Detta skulle då betyda att behovet av en separat sår-läkningsbehandling innan påbörjad nedkylning kan bortses ifrån.

Temperaturen är inte det enda som har stor påverkan på potatisen. Det är även viktigt att ha en hög luftfuktighet i lagret. Vi kontrollerade denna faktor men då avvikelserna mellan systemen

var så små och mätutrustningen som användes var kända för att ha problem när luftfuktigheten närmade sig 100 % kunde vi inte vara säkra på om mätvärdena var användbara och valde därför att bortse från dessa mätdata.

En annan intressant företeelse i vårt resultat är den låga förekomsten skador som framgått enligt analyserna av de mekaniska skadorna med tanke på hur den behandlats. Med detta menar vi inte att det är lite mekaniska skador då det fortfarande överstiger kraven för mekaniska skador. Men med hänsyn till att vi gjorde hanteringen vid upptagningen så hårdhänt som vi bara kunde var resultaten ändå förvånansvärt låga. Det som skulle kunna vara anledningen till detta är kanske den långa tiden mellan blastdödning och upptagning. Längre tid mellan blastdödning och upptagning är enligt (Makani, m fl, 2015) positivt för att minska risken för mekaniska skador och lagringsförluster. Ett annat alternativ skulle kunna vara sortvalet, då Inova är känd för att vara en väldigt tålig sort med goda lagringsegenskaper och god motståndskraft mot just mekaniska skador (Fogelfors, 2015).

En intressant faktor bland våra resultat är att det enda som man statistiskt kan konstatera är att den vanliga skorven ökar hos potatisen under lagringstiden i alla systemen. Detta i motsats till den beskrivningen om sjukdomens tillväxtsätt som beskrivs av (Nilsson et al., 2012) där man skriver att de endast förekommer i växande celler. En förklaring till den ökande förekomsten av den vanliga skorven skulle kunna vara att temperaturen i de olika systemen börjar skiljas åt mer mot slutet av inlagringsperioden. Detta skulle kunna betyda att potatisen går in i en tillväxtfas liknande den vid förgroning av utsäde.

Skalmissfärgning används oftast som ett samlingsnamn för oidentifierade eller ointressanta sjukdomar som orsakar fläckar på potatisens skal. Detta skulle kunna vara en nackdel då producenten inte får veta exakt vad det är som orsakar angreppen.

Då svartpricksjukan skapar stora bruna fläckar på skalet (Nilsson et al., 2012) skulle detta lätt kunna falla under skalmissfärgning. Om man sedan kontrollerar SMAK's analysprotokoll ser man att även om man kontrollerar många sjukdomar som påverkar potatisens utseende kontrollerar man inte direkt efter svartpricksjuka (Klassificering, 2016). Därför är en intressant sak som kommit upp under litteraturstudien likheten mellan svartpricksjukans symtom på potatisknölen och definitionen av skalmissfärgning.

### **Intressanta fortsatta studier**

Eftersom det inte fanns någon statistisk skillnad mellan systemen och behandlingarna kan det vara intressant att vid fortsatta försök göra fler upprepningar av analyserna. Detta för att få ett mer statistiskt säkert resultat. Då proverna vi utfört inte visar på någon statistisk signifikant skillnad skulle det vara mer intressant att göra ett flertal analyser av de olika systemen för att få en mer statistiskt mätbar skillnad. Men eftersom vi även får ett resultat på att tiden har en statistisk påverkan på vissa parametrar skulle det kunna vara intressant att göra en studie som sträcker sig över en längre lagringsperiod för att se om det blir ett ökat samband.

En ytterligare del som skulle vara intressant att kontrollera är huruvida olika lagringssystem kan ha någon inverkan på lagringsförlusternas storlek. Som vi kan se i våra mätdata finns det skillnad i luftfuktigheten mellan de olika systemen. Detta kan bero på att yttertemperaturen i slutet av lagringsperioden stiger och luftfuktigheten minskar vilket gör att det pumpas in torrare luft i lagren medan lagret med kylmaskin inte tar in någon uteluft utan endast cirkulerar

lagerluften förbi sina kylelement för att bibehålla temperaturen i lagret. Detta bör minska vikt förlusten i partiet på grund av uttorkning av potatisen (Nimmermark 1996).

### **Slutsats**

Så sammanfattningsvis kan man säga att det vi har kommit fram till med dessa försök är att:

- I studien fanns ingen statistisk signifikant skillnad mellan de olika systemen.
- Sår läkning visade sig inte ge någon minskning av potatisens skador. Snarare motsatsen då de flesta prover som fått denna behandling har haft högre andel skador än de som direktlagrats.

## REFERENSER

### Skriftliga

Anon, (2016). *Kvalitetsnorm för höst / vinterpotatis*. Available at: <http://svenskpotatis.se/wp-content/uploads/2016/04/Norm-Hostvinter-Potatis-2015-12-022.pdf> [Accessed April 5, 2017]

Ascárd, K. & Åström, P., (1986). *Systemlösningar för jordbrukets driftsbyggnader-Gårdslager*. Stockholm, LTs förlag.

Brorsson, S., (2010). *Skalsjukdomar och knäpparlarver*. SLU. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Examensarbete i Biologi 30hp.  
[https://stud.epsilon.slu.se/2539/1/Brorsson\\_S\\_20110521.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/2539/1/Brorsson_S_20110521.pdf)

Kronhed, A., Lindholm, A., Andersson, S., Svensson, S.E., (2011). *Lagring av potatis i ett föränderligt klimat*. Alnarp. SLU. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap. (Rapport 2011:48)  
[https://pub.epsilon.slu.se/9245/11/kronhed\\_et\\_al\\_121116.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/9245/11/kronhed_et_al_121116.pdf)

Luftmiljöbutiken, (2017). *Hur fungerar en evaporativ luftkylare?* Available at: <https://luftmiljobutiken.se/knowledgebase/hur-fungerar-en-evaporativ-luftkylare/> [Accessed April 6, 2017].

Makani, M.N., Sargent, S.A., Zotarelli, L., Huber, D.J., Sims, C.A., (2015). *Irrigation method and harvest time affect storage quality of two early-season, tablestock potato (Solanum tuberosum L.) cultivars*. *Scientia Horticulturae*, 197, pp.428–433.

Nilsson, I., Rölin, Å. & van Schie, A., (2012). *Odla Potatis -en handbok*. Första uppl. L. Larsson, ed., Skara: Hushållningssällskapet Skaraborg.

Nimmermark, S., (1996). *Potatislagring* (Rapport 109). SLU, Alnarp. Institutionen för Jordbrukets biosystem och teknologi. <http://allan.jbt.slu.se/publikationer/rapport/Rapport-109.pdf>

Olsson, G., (2014). *Orsaker till problem med skal- fasthet hos matpotatis*. SLU. Institutionen för växtproduktionsekologi. Självständigt arbete i biologi 15 hp. Available at: [https://stud.epsilon.slu.se/7243/7/olsson\\_g\\_140908.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/7243/7/olsson_g_140908.pdf)

Peters, J. & Wiltshire, J., (2006). *Preserving potato skin finish during storage*, (rapport R278) Oxford. British Potato Council.  
[https://potatoes.ahdb.org.uk/sites/default/files/publication\\_upload/Preserving%20potato%20skin%20Afinish%20during%20storage%20A.pdf](https://potatoes.ahdb.org.uk/sites/default/files/publication_upload/Preserving%20potato%20skin%20Afinish%20during%20storage%20A.pdf)

van 't Ooster, A., (1999). 2.2 Storage of Potatoes. In F. , Bakker-Arkema, ed. *CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume IV*. St Joseph: American Society of Agricultural Engineers, pp. 92–125. Available at: <http://www.cigr.org/documents/CIGRHandbookVol4.pdf> [Accessed May 6, 2017].

Vulavala, V.K.R., Elbaum, R., Yermiyahu, U., Fogelman, E., Kumar, A., Ginzberg, I., (2016). Silicon fertilization of potato: expression of putative transporters and tuber skin quality. *Planta*, 243(1), pp.217–229. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s00425-015-2401-6>.

**Muntliga**

Olsson, L. G., 2017. Lantbrukare [Intervju] (28 april 2017).

## Kvalitetsundersökning av matpotatis, provtyp Vägledande analys, Skador &amp; sjukdomar

**Uppgifter om prov**

 Förp.nr/namn:  
 SJV-nr odlare:  
 IP nummer:  
 Eko: Nej  
 Sort: Inova  
 Kvalitet: Ej uppgiven  
 Knölstorlek:  
 Förpacknings-  
 storlek:  
 Uppg. kvant. (kg):  
 Packdag:  
 Bäst före:  
 Skördedag:

**Kund**

 Skogsdala Lantbruk  
 271 73 Köpingsbro

**Provtagning**

 Provtagare: Ej SvePot  
 Odlare eller butik:  
 Datum:  
 Tvättad: Nej  
 Kyllagrad:  
 Provt. kvantitet (kg):

**Resultat av analys**

Skador och sjukdomar - undersökt kvantitet: kg

**Grupp A**

Mekanisk skada (A) 0,6%

Summa 0,6%

Antal blöta knölar:

**Grupp B**

Mekaniska skador 3,1%

Summa 3,1%

Summa grupp AB 3,7%

**Grupp C**

Mek.skador svaga 10,9%

Summa 10,9%

Summa grupp ABC 14,6%

**Grupp D**

Vanlig skorv 5,3%

Skalåterbildning 4,5%

Skalmissfärgning 12,8%

Summa 22,6%

**Sortrenhet**

Undersökt kvantitet: kg

Främmande sort: %

**Storlekssortering**

Undersökt kvantitet: kg

Storleksintervall: - mm

För små knölar: %

För stora knölar: %

Summa %

**Kokegenskaper - undersökt antal knölar: st**

	Oskalad	Råskalad	Rel.tal	Felpoäng
Blöta starkt	st	st	%	1
Blöta svagt	st	st	%	
Mörkfärgade starkt	st	st	%	1
Mörkfärgade svagt	st	st	%	1/4
Sönderfallande starkt	st	st	%	1/4
Sönderfallande svagt	st	st	%	
			Summa	

**Enzymfärgning:**

Skalpatis:

Tvättpotatis:

Silverskorv:

Analystyp: Skador &amp; sjukdomar

Kvalitetsklass

enligt analys:

Ej godkänd pga:

Analysdatum: 2017-04-01

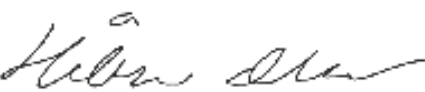
**Spec. vikt:**

Bismak:

Kok:

Kommentar:

Besiktningsman:

  
 Håkan Olsson