

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet  
Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Masteroppgave 2015  
30 stp

# Vasking av konsumegg - Effekten av vannkvalitet, vasketemperatur og vasketid på eggkvaliteten

Washing of consumption eggs - Effect of water  
quality, water temperature and washing-time on  
egg quality

Camilla Roås Mikalsen



## Forord

Denne masteroppgaven ble utført ved instituttet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM), ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) i 2015. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og er det avsluttende arbeidet på min mastergrad i Matvitenskap, retningen matvaretrygghet, kvalitet og hygiene.

Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med Animalia og Nortura og er en videreføring av «Vasking av egg» prosjektet fra 2011 og masteroppgaven «Vasking av konsumegg – effekt av vaskemetode og vaskemiddel på eggkvalitet» skrevet av Vivian Andreassen ved IKBM, NMBU i 2013.

Veiledere for denne oppgaven har vært forsker Tove Gulbrandsen Devold ved IKBM, NMBU, prosjektleder Elin Brunsdon ved Animalia og førsteamanuensis Trygve Almøy ved IKBM, NMBU. Tove, takk for gode samtaler, råd og konstruktive tilbakemeldinger. Elin, takk for god vaskehjelp, gode råd og konstruktive tilbakemeldinger. Trygve, takk for statistikk veiledning, uten din hjelp hadde jeg ikke kommet hit. Deres tilbakemeldinger og hjelp har vært uvurderlige i prosessen. Takk også til damene på laben, dere reddet dagen mang en gang med et smil og oppløftene ord, tusen takk. Takk til Nortura for god hjelp, og tur ut til produsenter og eggpakeriet i Rakkestad, det var artig å få se og ikke minst lærerikt. Råvarene som er studert i denne oppgaven er gitt av Animalia.

Venner og familie må også takkes for støtten det siste året. Dere har bidratt på hver deres måte og hjulpet meg i mål med denne oppgaven, tusen takk alle sammen. Spesielt vil jeg takke min kjære samboer, de 3 fine jentene våre og min gode venninne Henriette Solberg. Dere har vært utrolig gode å ha gjennom opp- og nedturer. Tusen takk for all hjelp, tilbakemeldinger og oppløftende ord. Uten dere hadde jeg aldri kommet i mål.

Norges miljø- og biovitenskapelige Universitet

Ås, desember 2015

---

Camilla Roås Mikalsen

## Abstract

Does the way eggs are washed have impact on the intrinsic quality of eggs? Eggs are given a natural seal by nature, the shell. If the shell is dirty, the egg is washed. Sometimes even clean eggs are washed. Does this affect the quality of the egg? What if the eggs are washed under adverse conditions? In this thesis, 510 eggs have been washed, under various conditions, to examine just this. What impact can washing in dirty water, cold water and a longer time, have on the quality of consumption eggs? Two groups of eggs, very dirty and naturally clean were washed in a bucket washer using detergent Rotosan under various, washing-time, water temperature and water quality. The purpose was to see if the washing process that did not follow the guidelines “Eggvask” by Animalia, Nortura and KLF differed to the quality of eggs being washed according to the guideline. The eggs were stored in a total of eight weeks, with extraction and analyzes of eggs at time 0, 2, 4, 6 and 8 weeks after washing. The analysis of egg quality included calculation of Haugh Unit (HU), pH measurement of white, microbiology testing of eggs and wash water, as well as a visual assessment of all eggs. This included, checking the shell for cracks and dirt as well as the contents of the egg for foreign odors and other changes that would occur during storage. During the statistical analysis, significant differences in the inner quality of the eggs were observed. Rotten eggs were not observed. Not even if the eggs were washed under adverse conditions.

## Sammendrag

Har måten egg blir vasket på innvirkning på den indre kvaliteten?

Egg har en naturlig forsegling fra naturens side, skallet. Er skallet skittent, blir egget vasket. Noen ganger blir også rene egg vasket. Er dette med på å påvirke kvaliteten til egget? Og hva om eggene vaskes under ugunstige forhold? I forbindelse med denne masteroppgaven har 510 egg blitt vasket, under ulike forhold, for å undersøke nettopp dette. Hvilke innvirkning kan en forlenget vasketid, vask i skittent og kaldt vann ha på kvaliteten til konsumegg?

Eggene, fordelt mellom naturlig rent og svært skittent skall, ble vasket i en bøttevasker med vaskemiddelet Rotosan, hvor vanntemperatur, vasketid og vannkvalitet var parameterne som ble endret. Hensikten var å se om vask som ikke fulgte retningslinjene hadde en annen effekt på eggkvaliteten, enn egg som ble vasket etter retningslinjene for eggvask, som er gitt av Animalia, KLF og Nortura. Eggene ble lagret i totalt åtte uker, med uttak og analyser av egg ved tid 0, 2, 4, 6 og 8 uker etter vask. Analysene av eggkvalitet inkluderte beregning av Haugh Unit (HU), pH-måling av hviten, mikrobiologiske undersøkelser av egg, samt en visuell vurdering av alle egg, hvor skallet ble sjekket for sprekker og skitt og innholdet i egget for fremmed lukt og evt. andre endringer som kunne oppstå ved lagring. Det ble også utført mikrobiologiske undersøkelser av vaskevannet. Det ble observert signifikante forskjeller i den indre kvaliteten til eggene, som følge av ulik vaskeprosedyrer, men det ble ikke i dette forsøket observert egg som råtnet etter ugunstig vask.

# Innholdsfortegnelse

<b>1. INNLEDNING.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORI .....</b>	<b>2</b>
2.1 EGG I NORGE.....	2
2.2 EGGETS SAMMENSETNING .....	3
2.2.1 Eggeskallet.....	4
2.2.2 Skallhinnene.....	5
2.2.3 Eggehviten .....	5
2.2.4 Plommen.....	6
2.3 KVALITETSKRITERIER FOR EGG.....	7
2.3.1 Ytre kvalitet.....	8
2.3.2 Indre kvalitet.....	9
2.3.3 Metoder for å måle indre kvalitet - Haugh Unit .....	10
2.4 MIKROBIOLOGISK KVALITET .....	10
2.4.1 Salmonella .....	11
2.5 VASK.....	13
2.5.1 Vask av egg.....	14
2.5.2 Farer forbundet med uriktig vask av egg.....	15
2.5.2.1 Vanntemperatur .....	15
2.5.2.2 Vasketid .....	16
2.5.2.3 Vannkvalitet og pH .....	16
2.5.3 Generelle krav til vasking av egg .....	17
2.5.4 Vask av egg i ulike vaskanordninger.....	18
2.5.4.1 Bøttevasker.....	18
2.5.4.2 Dysevasker.....	19
2.5.4.3 Vask med klut .....	20
2.5.5 Vaskemiddel .....	20
2.6 HØNSEHUSET.....	20
2.6.1 Redeegg.....	22
2.6.2 Gulvegg.....	23
<b>3. MATERIALER OG METODER.....</b>	<b>24</b>
3.1 EGG.....	24
3.2 VASK AV EGG .....	25
3.2.1 pH og temperatur under vask.....	28
3.2.2 Mikrobiologiske analyser av vaskevannet .....	29
3.3 EGG LAGRING TID OG TEMPERATUR .....	29

3.4 ANALYSER AV EGG .....	29
3.4.1 Visuell vurdering av eggene.....	30
3.4.2 Vekt av egget og høydemåling av hviten .....	30
3.4.3 Mikrobiologisk analyse av eggehviten.....	31
3.4.4 Måling av pH i eggehvite .....	31
3.5 EKSPERIMENTELT OPPSETT.....	32
3.6 STATISTISKE ANALYSER.....	32
3.6.1 Modellene for det statistiske oppsettet:.....	33
<b>4.RESULTATER.....</b>	<b>34</b>
4.1 VISUELL VURDERING AV EGGENE .....	34
4.2 REGISTRERING AV PH OG TEMPERATUR I VASKEVANN.....	37
4.3 MIKROBIOLOGISKE ANALYSER.....	38
4.3.1 Mikrobiologiske analyser av vaskevannet .....	38
4.3.2 Mikrobiologiske analyser av eggene .....	39
4.4 STATISTISKE ANALYSER AV EGGKVALITET .....	41
4.4.1 HU.....	41
4.4.2 pH .....	47
<b>5. DISKUSJON .....</b>	<b>53</b>
5.1 VASKEVANNET .....	53
5.2 YTRE KVALITET .....	54
5.3 INDRE KVALITET .....	55
<b>6. KONKLUSJON .....</b>	<b>59</b>
<b>7. FREMTIDIG ARBEID .....</b>	<b>60</b>
<b>8. REFERANSER.....</b>	<b>61</b>
<b>9. VEDLEGG .....</b>	<b>I</b>
VEDLEGG 1. RÅDATA FRA KJØRING I MINITAB .....	I
VEDLEGG 2. EGGANALYSEREN, KALIBRERINGEN FOR VEKTANALYSEN .....	VI
VEDLEGG 3. TILLAGING AV RINGERS LØSNING.....	VII





## 1. Innledning

Det finnes i dag utfordringer i konsumeggnæringen med at enkelte partier av egg råtner etter kort tids lagring. Hva som forårsaker råtningen er ikke ekspertene sikre på, men det spekuleres i om det kan ha sammenheng med vaskingen av eggene. Vasking av egg bør følge bransjeretningslinjene som er gitt av Animalia, Kjøtt- og fjørfebransjens landsforbund (KLF) og Nortura. De utarbeidet i 2011 et faktaark i form av en eggvaskeplakat med retningslinjer for vask av egg, som en veiledning til produsentene (Animalia et al. u.å). Det er grunn til å tro at det syndes i forhold til disse retningslinjene og at det dermed blir vasket egg under ugunstige forhold noe som kan forårsake råtning. Det er også oppdaget svakheter ved vaskeutstyret, både bøttevaskeren og vaskemaskinene, som benyttes til vasking av egg. Bøttevaskeren klarer blant annet ikke å varme opp vaskevannet til mer enn 38 °C, mot anbefalt temperatur som er 41 °C. På en rekke av vaskemaskinene er det oppdaget svakheter i termurmåleren, ved at termostaten viser 40°C, mens vannet holder 32 °C, altså 10 grader feilvisning (pers. med. Elin Brunsdon). Vaskes egg i vann med lavere temperatur enn egget selv, vil bakterier og kjemikalier, fra vaskevannet, kunne trekke inn i egget på grunn av undertrykket som oppstår i egget når det avkjøles (Haines & Moran 1940). Vaskevannet skal være rent, og ved bruk av bøttevasker anbefales det at vannet byttes etter hver femte vask (Animalia et al. u.å).

Det ble i 2013 skrevet en mastergradsoppgave av Vivian Andreassen. Mastergradsoppgaven tok for seg bransjeretningslinjene for vask av egg og vasket eggene slik retningslinjene tilsier. Masteroppgaven konkluderer med at verken vaskemidlene eller vaskemetodene som ble benyttet i forsøket så ut til å ha negativ effekt på kvaliteten til eggene (Andreassen 2013).

Hensikten med denne oppgaven var å undersøke hvorvidt ulike vaskebetingelser ville påvirke kvaliteten til konsumegg under lagring, for rene redeegg og skitne gulvegg. Bransjeretningslinjer for vask av egg utarbeidet av Animalia, KLF og Nortura defineres i denne oppgaven som riktig vaskemåte. For å kunne si noe om hvorvidt kaldt- og skittent vann påvirker kvaliteten til konsumegg ble eggene, i tillegg til å bli vasket etter bransjeretningslinjene, vasket i skittent- og kaldt vann med forlenget vasketid og det ble vasket både rene redeegg og skitne gulvegg. I dette forsøket ble det sett på både kvaliteten til vaskevannet og eggene, for å se om det var en sammenhengene mellom dem. Analysene av vaskevannet ble utført for å se hvor stor mikrobiologiske belastningen eggene ble utsatt for ved vask. Vaskevannets pH-verdi er viktig for vaskeegenskapene og ble derfor målt i alle bøttene både før, under og etter vask.

## 2. Teori

### 2.1 Egg i Norge

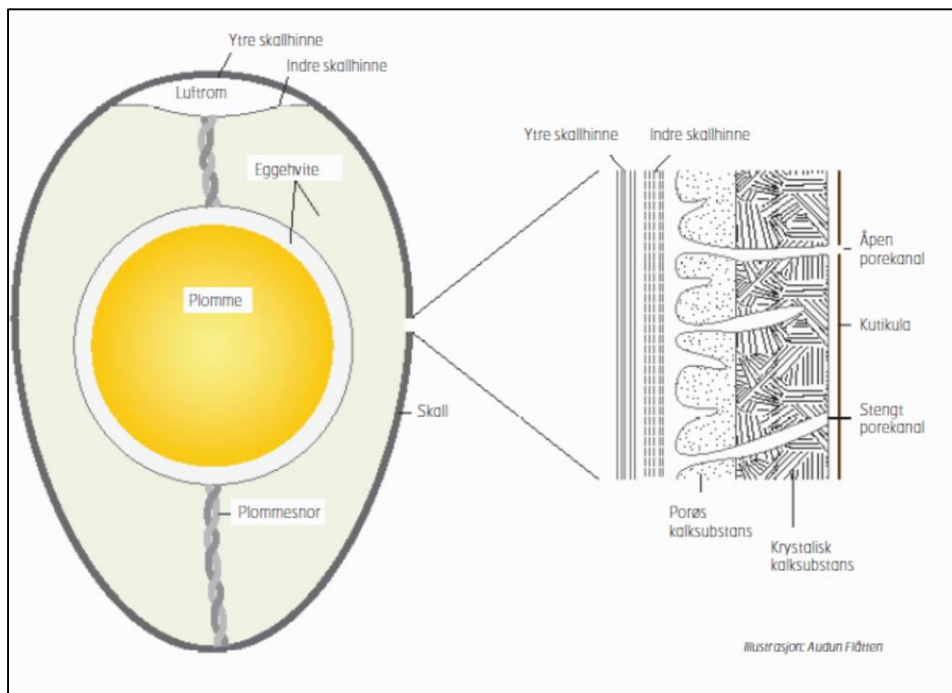
Det finnes omkring 5 milliarder eggleggende høner i verden (Ovoshine u.å) og 4,2 millioner av disse hønene finner vi i Norge (Dyrevernalliansen 2015). Norge er selvforsynte med egg, og det ble i 2014 i gjennomsnitt spist 12,5 kg egg pr. person (Kjøttets tilstand 2015). Det er i påskehøytiden nordmenn spiser mest egg. Forbruket blir da fordoblet fra ½ egg om dagen til 1 egg om dagen (Lyngvær u.å). Når det spises så mange egg er det en forutsetning at eggene er av god kvalitet. I Norge er vi heldig å ha verpehøner med god helse, og egg som er av topp kvalitet i verdenssammenheng (Nortura u.å). Et egg av god kvalitet har et helt og rent skall med en jevn struktur og normal form og luftlommen er ikke mer enn 5 mm stor. Egget skal være fritt for fremmed lukt, blodflekker og fremmedlegemer og det skal ikke ha vært ruget (Animalia et al. 2011). Dette er et godt utgangspunkt for god kvalitet, men at kvaliteten under lagring forblir god er ikke sikkert. Det er viktig at behandlingen og håndteringen av eggene i etterkant av verping er av god kvalitet (Egg Quality Guide u.å).

Norge er som nevnt i verdenstoppen når det gjelder kvaliteten på eggene våre. I mange andre land er situasjonen en ganske annen, her er blant annet en større andel av både egg og fjørfekjøtt infisert med den patogene mikroorganismen, *Salmonella* Enteritidis (Nortura u.å). For å unngå smitte og sykdom advares det i landene hvor *S. Enteritidis* er et problem mot å spise egg og eggretter som ikke er tilstrekkelig varmebehandlet (Lyngvær u.å).

Hønene begynner å legge egg når de er rundt 19 uker gamle, de legger nesten et egg om dagen, 6 egg på 7 dager. Når hønene blir rundt 70 uker går eggproduksjonen ned og besetningen slaktes (Lyngvær u.å). Gjennom hele syklusen forandrer sammensetningen av egget seg, både innholdet og skallet (Beyer 2005).

## 2.2 Eggets sammensetning

Et egg veier i gjennomsnitt 63 gram, hvor ca. 60 % av innholdet er hvite, ca. 30 % er plomme og ca. 10 % av egget er skallet. Eggehviten inneholder ca. 90 % vann og 10 % protein. Skallet består i hovedsak av kalsiumkarbonat. Rundt skallet er det en hinne som kalles kutikula, og innenfor skallet ligger det to skallhinner som begge omgir hviten (Lyngvær u.å). Figur 1, under viser oppbygningen av egget.



*Figur 1: Figuren viser et egg hvor det er skjært et horisontalt snitt, slik at skallhinnene, luftrommet, plommestrengen, hviten og plommen kommer tilsyne. Til høyre i figuren vises det et nærmere bilde av skallet og dets bestanddeler. Skallhinnene, porene, de ulike skallagene og kutikula. (Animalia et al. u.å) Det er imidlertid en liten feil ved merkingen av bilde til høyre, navnsettingen av den indre og ytre skallmembranen er byttet om.*

I figur 1 vises et egg, med bestanddeler og utsnittet til høyre i bildet viser oppbygningen av eggeskallet. Egg er et viktig produkt på grunn av det gode næringsinnholdet og alle de funksjonelle egenskapene til proteinene, som blant annet benyttes som emulgatorer og skumdannere. Disse funksjonelle egenskapene blir utnyttet i mange ulike produkter. Egg inneholder proteiner med biologisk verdi, optimalt innhold av alle essensielle aminosyrer og god fordøyelighet, vitamin A, B12, D og E, samt mineralene; jern, kalsium, kalium, fosfor, sink, magnesium, natrium og selen (EFSA 2014). Fettet i egget finner vi i eggeplommen og karbohydrater er det nesten ikke i egg (Prior u.å).

### **2.2.1 Eggeskallet**

I figur 1 på forrige side vises i bilde til høyre en enkel oppbygningen av eggeskallet. Eggeskallet utgjør som nevnt ca. 10 % av eggets vekt, og består i hovedsak av kalsiumkarbonat (Åbro 2009). Skallet er inndelt i flere lag og er den fysiske beskyttelsesbarrieren for mikrobiell innovasjon. Skallet er bygget opp i fem lag (fra innerst til ytterst), mammillarlaget, svamplaget, palisadelaget, det vertikale krystall laget og kutikula. Mammillarlaget består av halvkulelignende «knotter», som hver har en kjerne av organisk materiale, i hovedsak proteiner. Svamplaget er kompakt og kalkholdig (EFSA 2014). Kutikula er et slimlag bestående av organisk materiale og fungerer som en beskyttelseshinne (Åbro 2009). Kutikula tørker inn etter at egget er lagt og tetter dermed igjen porene i skallet, samtidig som det tillater gass diffusjon mellom egget og omgivelsene. Er kutikula intakt, vil den hindre bakteriell inntrenging og redusere uttørking av egget. Blir derimot kutikula skadet eller fjernet vil egget være mer utsatt for bakteriell inntrengning (EFSA 2014; Grahek 2000).

Lagene i eggeskallet er bygget opp for å tillate utveksling av vann og gasser med omgivelsene, for at en kylling skal kunne utvikle seg inne i egget. Eggeskallet forsyner også kyllingen med kalsium når eggeplommen er brukt opp. Eldre høner legger egg med lavere skallstyrke enn unge høner (EFSA 2014). Dette kan imidlertid kompenseres for, ved å fôre hønene med fôr hvor innholdet av kalsium er høyere (Veterinærinstituttet 2008).

Fra det indre skall laget, mammillarlaget, går det kanaler gjennom svamplaget og ut på eggets overflate, hvor de kan sees som små groper, dette er porene. Porene sørger for gassutvekslingen mellom egget og omgivelsene (Åbro 2009). Rundt porene kan det oppstå marmorerte og lyse felt, som følge av at proteinene i svamplaget trekker til seg vann (Beyer 2005). Det finnes om lag 10-17 tusen porer pr  $\text{cm}^2$  på skallet og de er mellom 15-56  $\mu\text{m}$  i diameter (Hutchison et al. 2003). Antallet varierer imidlertid litt med størrelsen på egget og hvor på egget de er, flest finner vi ved den butte enden (EFSA 2014). Eggeskallet er ulikt over hele egget, som nevnt er det blant annet flest porer i eggets butte ende, men også tykkelsen og innholdet av organisk materiale varierer. Tykkelsen på skallet varierer med størrelsen på egget, da det er like mye skall til hvert egg, uavhengig av om egget er stort eller lite. Det vil altså si at et lite egg har et tykkere skall enn et stort egg (Åbro 2009). Variasjonene kommer også som følge av ernæring, dyrehold og alderen på flokken. Kutikula varierer også i oppbygning som følge av disse tre faktorene (EFSA 2014; Grahek 2000). Kutikulas beskyttende evne ser ut til å vare i opp til fire dager i romtemperatur. Lagres imidlertid egget kjølt, begynner kutikula å degradere først etter ca. tre uker etter at egget ble lagt (EFSA 2014).

### **2.2.2 Skallhinnene**

I figur 1 på side 3 vises eggets oppbygning, med et utsnitt hvor den indre og ytre skallhinnen kommer godt frem, her er imidlertid navnsettingen feil da navnene er byttet om. Det er to skallhinner og de ligger som vist på figur 1 mellom skallet og hviten. Skallhinnene bidrar til å styrke skallet, ved å forsterke den indre delene av skallet, samtidig som de er effektive barrierer mot bakteriell inntrengning. Skallhinnene har antimikrobielle egenskaper noe som gjør beskyttelsen mot bakterier enda mer effektiv (EFSA 2014). Skallhinnene består av kreatinfiber, dekket av et slimlignende stoff. Den indre skallhinnen ligger nærmest hviten og den ytre skallhinnen er festet til skallet. Fibrene i den ytre skallhinnen går gjennom knottene i mammillarlaget og er på den måten festet til skallet. Den indre og ytre hinnen henger sammen inne i egget, unntatt i den butte enden, hvor luftlommen dannes. (EFSA 2014; Åbro 2009). Luftlommen dannes etter at egget er lagt, som følge av at temperaturen i egget faller og innholdet trekke seg litt sammen. Etter hvert som egget blir eldre øker størrelsen på luftlommen som følge av at fuktighet og CO<sub>2</sub> forsvinner ut gjennom porene og luft kommer inn. Størrelsen på luftlommen kan derfor brukes som en indikator på hvor gammelt egget er og på hvilke kvalitet egget har. Lagres imidlertid egget ved høy temperatur, vil luftlommen øke i størrelse raskere (Egg Quality Guide u.å). Begge skallhinnene har porer som sørger for gassutvekslingen, hvor den indre hinnen har flest porer. Tykkelsen på skallhinnene øker i takt med størrelsen på egget (Åbro 2009).

### **2.2.3 Eggehviten**

Eggehviten er den største bestanddelen i egget med ca. 60 % av eggets vekt, og den kan sees avbildet i figur 1 på side 3. Andelen hvite i eggene varierer noe med størrelsen og alderen på egget. Andelen hvite blir mindre når egget blir eldre, på grunn av at plommen trekker til seg fuktighet fra hviten, også fordampingen fra egget reduserer mengden hvite. Store egg har en mindre andel hvite enn små egg (Lyngvær u.å). Eggehviten består av 90 % vann og 10 % protein, hvor det er den indre hviten som inneholder mesteparten av proteinene (Svenska ägg u.å). Hviten er delt inn i to deler hvor viskositeten er ulik. Den minst viskøse delen ligger mot den indre skallmembranen og kalles ofte for den ytre hviten. Den mest viskøse dele ligger mot plommen og kalles den indre hviten. Det er vel kjent at eggehviten har antimikrobielle egenskaper som sammen med viskositeten gjør hviten til en beskyttende barriere mot bakteriell innovasjon. De antimikrobielle egenskapene til flere av proteinene i hviten er listet opp i tabell 1. pH-verdien til hviten er alkalisk og næringsinnholdet for bakteriene er lavt, samt at hviten er

viskøs, noe som svekker bakterienes mobilitet. Dette er faktorer som sammen bidrar til å hemme bakterievekst inne i egget. Chalazae (plommestrengen) er festet til eggeplommen og sammen med indre hviten holder de plommen i senter av egget. (EFSA 2014).

Tabell 1: De antimikrobielle proteinene vi finner i eggehviten og deres antimikrobielle egenskaper er i tabell 1 listet opp (EFSA 2014)

Protein	Antimikrobiell aktivitet
Ovotransferrin	Chelator av metallioner (Særlig Fe <sup>3+</sup> , også Cu <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> og Ni <sup>2+</sup> ) Membran forstyrrelse
Lysozym	Hydrolyse av peptidoglykan og ødeleggelse av cellevegg hos G+ bakterier.
Ovoflavoprotein	Chelator for riboflavin og andre vitaminer
Avidin	Chelator for biotin
Ovoinhibitor	Proteinase hemmer
Ovomucoid	Trypsin og chymotrypsin hemmer
Ovostatin	Proteinase hemmer
Cystatin	Proteinase hemmer
Av BD11 og Gallin	Antimikrobielle peptider
OVAX	Proteinase hemmer

#### 2.2.4 Plommen

Eggeplommen utgjør ca. 30 % av egget. Andelen varierer litt, den øker ved økende størrelse på egget og når egget eldes absorberer plommen vann fra hviten. I et nylagt egg er plommen fast og rund og den blir holdt på plass av chalazae (plommestrengen). Den indre delen av hviten hjelper plommestrengen å holde plommen på plass (Lyngvær u.å; Åbro 2009). Plommen er omsluttet av en membran, som styrker og beskytter plommen mot bakterier, den inneholder blant annet en rekke antimikrobielle proteiner (EFSA 2014). Plommen endres når egget eldes, da hviten mister sin viskositet og plommen blir større, klarer ikke plommestrengen å holde plommen på plass lengre og den vil kunne sige ut mot skallet. Dette gjør egget mindre motstandsdyktig for mikrobiell nedbrytning (Egg Quality Guide u.å). Plommemembranen blir svekket når plommen absorberer vann fra hviten, dette gjør det enklere for bakteriene å trenge inn i plommen, samt at plommen lettere vil sprekke ved håndtering (EFSA 2014). Fargen på plommen er et viktig kvalitetskriterium for oss forbrukere, det er fôret som har størst innvirkning på plommens gule farge. Plommen blir betraktet som selve egget, dette fordi den inneholder alt av næring som trengs for at en kylling skal kunne utvikle seg (Lyngvær u.å). Dette gjør også plommen til den mest utsatte delen av egget, når det kommer til bakteriell

nedbrytning (EFSA 2014). pH-verdien i plomma er lavere enn i hviten og ligger på rundt 6 i ett nylagt egg, og øker ved lagring til 6,4-6,9 (The Poultry Site u.å).

### **2.3 Kvalitetskriterier for egg**

Kvalitet er blitt definert av mange. Kramer (1951) definerte kvalitet som «egenskapen til matvaren som har en innflytelse på om forbrukeren liker eller ikke liker matvaren». Forbrukerne vil altså tolke kvalitet ulikt og det er ikke nødvendigvis slik at et ferskt egg blir oppfattet å ha god kvalitet hos forbrukeren, da ferske egg blant annet kan være vanskelig å skrelle etter koking. Begrepet eggkvalitet omhandler både den indre og ytre kvaliteten i egget. Forbrukeren vil ha mat av god kvalitet, og med god kvalitet tenker de fleste på et produkt som er sikkert og trygt å spise, men også at de funksjonelle egenskapene fungerer. Så et ferskt egg er ikke nødvendigvis det en forbruker i Norge ønsker, da den mikrobiologiske tryggheten er tilstede også i et eldre egg.

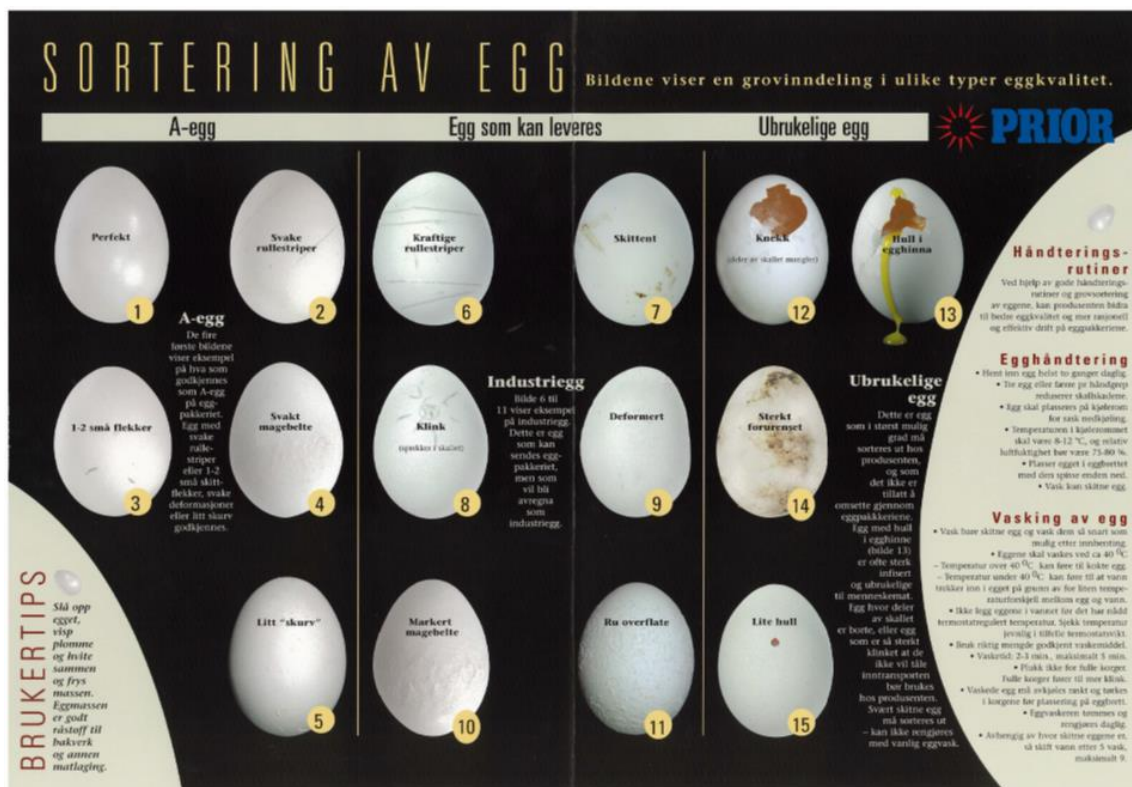
For at et egg skal kunne leveres som et konsum egg, må det i Norge oppfylle en rekke kvalitetskriterier og klassifiseres som et A-egg. For at et egg skal kunne klassifiseres som et klasse A-egg i Norge, må skallet være helt, rent og ha en jevn struktur, samt en normal og god form. Egget skal være fritt for fremmed lukt, blodflekker og fremmedlegemer. Egget skal heller ikke være vasket mer enn en gang. Eggets luftlomme skal maksimalt måle 5 mm og egget får ikke være ruget. Egg blir sortert etter vekt og klassifisert fra S til XL, hvor egg over 73g= XL, egg mellom 63-73g= L, egg mellom 53-63 = M, og egg under 53g= S (Animalia et al. 2011).

Holdbarhetsmerkingen på egg i Norge, må følge EU sitt regelverk med 28 dagers holdbarhet. Animalia jobber imidlertid med å få forlenget denne holdbarheten. Dette med begrunnelse i at Norge er fritt for *Salmonella* (Nortura u.å). Oppbevaring av egg bør skje på temperaturer mellom 8 – 12 °C. I Norge blir naturlig rene egg og egg som blir rene etter vask pakket i samme eggekartong. Det er ingen krav til merking av dette (Animalia et al. 2011).

Eggprodusenter i Norge kan tilslutte seg bransjeretningslinjer for egg. Disse retningslinjene gir en veiledning i produksjonspraksis og regelverket som skal bidra til trygg håndtering av egg. Alle produsentene og eggpakkerier som tilslutter seg bransjeretningslinjene skal ha et internkontrollsystem og de forplikter seg til å følge retningslinjene som en del av eget kvalitetssystem (Animalia et al. 2011). Dette er med på å sikrer at hele verdikjedene fra bonden og til butikk/bedrift følger faste prosedyrer på hvordan egget skal behandles for å oppnå den kvaliteten man ønsker.

### 2.3.1 Ytre kvalitet

Den ytre kvaliteten hos egg blir vurdert etter tekstur, farge, form, renhet og sprekker eller hull i eggeskallet. For at den ytre kvaliteten, skall kvaliteten, skal være bra er det viktig at hønene har god tilgang på kalsium hele tiden. Skallet består som tidligere nevnt for det meste av kalsiumkarbonat og hønens måte å ta til seg og lagre kalsium på er enestående. Et egg har i gjennomsnitt et innhold av kalsium på 2,3 g i skallet og 25 mg i plommen, og ei høne legger ca. 330 egg i løpet av en produksjonssyklus. Det vil si at hun bruker ca. 767 g kalsium. Hvis enn antar at 50 % av kalsiumet hønna spiser blir tatt opp, vil det si at ei høne bør spise 1,53 kg kalsium i løpet av produksjonssyklusen for å opprettholde god skallkvalitet (The Poultry Site u.å).



Figur 2: Priors sorteringsplakat for egg. «A-egg» er egg som går til konsum. «Egg som kan leveres» er egg som går til industrien. Egg med mye skitt eller skader på skallhinnen er av prior definert som «ubrukelige egg» og disse får ikke leveres til eggpakteriene.

Egg med skadet skall, men uskadete skallhinner kalles klinkegg. Knekkegg er egg hvor skallet og skallhinnene er skadet. Figur 2 viser Prior sitt sorteringsark for egg, hvor inndelingen er klare for mengde skitt og skader det kan være på eggene i de ulike kategoriene.



### **2.3.2 Indre kvalitet**

Indre kvalitet omfatter både de funksjonelle og mikrobiologiske egenskapene hos plommen og hviten (The Poultry Site u.å). Den indre kvaliteten i egg endres etter at egget er lagt, og endringene vil fortsette utover i lagringstiden. Eggkvaliteten er under lagring og distribusjon helt avhengig av korrekt behandling. Den indre kvaliteten til egget etter at det er lagt kan ikke forbedres, den må opprettholdes (Egg Quality Guide u.å). Sykdom, hønens og eggets alder, temperatur, luftfuktighet, håndtering og oppbevaring er alle faktorer som påvirker kvaliteten. Høy temperatur ved lagring, over 15 °C, øker fuktighetstapet. En relativ luftfuktighet over 70 % vil redusere vekttapet og det vil holde hviten fersk for en lenger periode (The Poultry Site u.å).

Hvitens kvalitet endres som en følge av tap av CO<sub>2</sub> og vann. Dette fører til at pH-verdien øker og at konsistensen på hviten endres fra å være viskøs, til å bli mer tyntflytende (Egg Quality Guide u.å). I et nylagt egg er pH-verdien i hviten mellom 7,9-8,5, men denne vil ved lagring endres, og den vil kunne komme opp i et maksimum på 9,7 (The Poultry Site u.å). Hviten er ofte litt gromsete i helt nylagte egg på grunn av høyt innhold av oppløst CO<sub>2</sub>. Når egget eldes, fordamper CO<sub>2</sub> og det gjør at hviten blir gjennomsiktig og klar (Egg Quality Guide u.å).

Tynn hvite med lav viskositet kan også oppstå dersom miljøet i hønsehuset er dårlig, når hønene blir eldre eller som følge av sykdom. Dårlig miljø i hønsehuset kan oppstå, enten som følge av høyt innhold av ammoniakk fra avføring eller høy temperatur. Dette dårlige miljøet i hønsehuset kan unngås ved god ventilasjon. Hyppig egg plukking vil gjøre eksponeringstiden til det evt. dårlige miljøet kortere, noe som vil forebygge nedbrytningen av egget (Beyer 2005). Forringelse av eggkvaliteten er sterkt avhengig av de hygieniske forholdene i eggproduksjon og den praktiske håndteringen av eggene, inkludert lagringstiden og temperaturen (EFSA 2014).

Sharp og Powell (1931) lagret, egg og observerte at etter 3 dager ved 3 °C hadde eggene oppnådd en pH på 9,18. De fortsatte lagringen i 21 dager, og observerte da at hviten hadde en pH-verdi på 9,4 uansett lagringstemperatur mellom 3 og 35 °C. Noen år senere, i 1977, viste Heath (1977) at CO<sub>2</sub> tapet fra egg ble forhindret ved å olje skallet. En målt pH-verdi på 8,3 endret seg ikke ved lagring i 7 dager på 22 °C, og i et egg som ble lagret ved 7 °C i 7 dager sank pH-verdien fra 8,3 til 8,1, hvor skallet på eggene var oljet (Li-Chan et al. 1995). Beyer (2005) mente at lagring ved kjølig temperatur og olje på skallet vil hindre tap av CO<sub>2</sub> og forebygge degradering av hviten.

### 2.3.3 Metoder for å måle indre kvalitet - Haugh Unit

Haugh Unit (HU) er et empirisk kvalitetsmål for egg. HU beregnes ved å måle hvitens høyde i millimeter (h) etter at egget er knekt og vekten (w) av det intakte egget (Egg Quality Guide u.å). Disse to parameterne brukes så til å beregne HU ved bruk av denne formelen;

$$HU = 100 * \log (h - 1,7w^{0,37} + 7,6)$$

Når egget blir eldre, flyter eggehviten mer utover, dermed avtar høyden samtidig som egget taper vekt. Derfor får egg lavere HU-verdi når de blir eldre, og kvaliteten avtar. Ut i fra HU-verdien klassifiseres egg slik; AA over 72, A 71-60, B 59-31 og C under 30 (Suppakul et al. 2010). Måling av HU er nærmere beskrevet i material og metodedelene.

Haugh Unit ble første gang beskrevet i 1937 av RR Haugh (Haugh 1937).

## 2.4 Mikrobiologisk kvalitet

Porene i skallet kan ha en størrelse fra 15 µm opp imot 65 µm i diameter, det gjør dem mye større enn mikroorganismene som ofte har en størrelse på 1-5 µm (Hutchison et al. 2003). Til tross for dette, er det ikke porene som ser ut til å representere primær ruten for bakteriene inn i egget, det skal ifølge Nascimento (1992) være gjennom svakheter i skallet (EFSA 2005). Kommer bakteriene seg gjennom skallet møter dem på skallhinnene, disse har antimikrobielle egenskaper og er en barriere. Den ser imidlertid ut til å være midlertidig om den bakterielle invasjonen er stor og bakteriene har evnen til å bryte ned hinnene (EFSA 2005; Nascimento 1992).

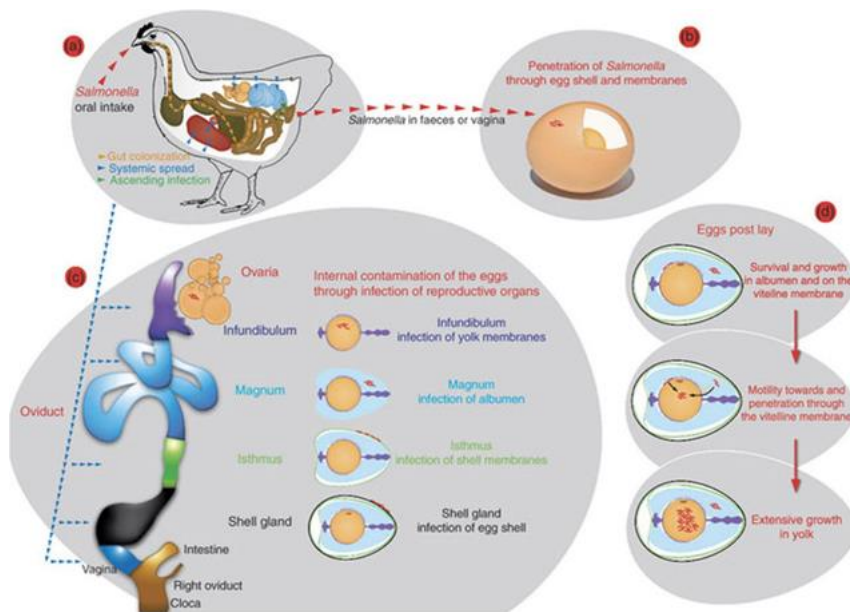
Eggeskallet er utsatt for kontaminasjon, det kan bli kontaminert fra høna i det egget blir lagt eller fra omgivelsene etter at det er lagt. Det er gode muligheter for at skallet kan bli kontaminert med bakterier fra redematerialet eller strøet. Mennesket og andre dyr kan også være en kilde til kontaminasjon. De viktigste matbårne patogene eller ødeleggende organismene som kan kontaminerer innholdet i egg eller skallet, er; *Micrococcus* spp., *Arthrobacter* spp., *Achromobacter* spp., *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica*., *Listeria monocytogenes* og *Alcaligenes* spp., *Pseudomonas* spp., *Escherichia coli*., (EFSA 2005)

Det er i hovedsak to ruter bakteriene kan ta inn i egget og infisere innholdet, beskrevet i to punkter under og vist i figur 3;

1. Vertikal overføring, som vil si transovarial overføring av *Salmonella* spp., i hovedsak *Salmonella* Enteritidis. Er avhengig av at høna er infisert og at bakteriene migrerer over og inn

i eggets innhold under dannelsen av egget. *Salmonella* legger seg så på plommemembranen og beveger seg senere over plommemembranen og inn i plommen (EFSA 2005).

2. Horisontal overføring. Dette kan skje både før og etter dannelsen av skallet, altså helt fra egget dannes inne i høna og frem til forbruker. Bevegelsen av bakteriene fra skallet og inn i egget skjer når temperaturen og luftfuktigheten er optimal for bakterien. Dette kan forekomme til tross for alle forsvarsmekanismene egget er utstyrt med (EFSA 2005).



Figur 3: Smitteveiene inn i egget blir beskrevet i dette bilde. For den transovariale smitteveien (d) blir *Salmonella* sitt angrep av plommen vist. Den horisontale smitteveien er vist i bilde merket (c). Bildet er hentet fra: [http://www.ltz.de/en/news/lohmann-information/2.De-Reu\\_Risks-of-spoilage-and-Salmonella-contamination-of-table-eggs\\_2\\_2015.php](http://www.ltz.de/en/news/lohmann-information/2.De-Reu_Risks-of-spoilage-and-Salmonella-contamination-of-table-eggs_2_2015.php)

### 2.4.1 *Salmonella*

*Salmonella* er en bakterieslekt som tilhører familien *Enterobacteriaceae*, som forårsaker lokale tarminfeksjoner eller systemiske infeksjoner. De viktigste serotypene av *Salmonella* er *Salmonella* Enteritidis og *Salmonella* Typhimurium. De fleste varianter av *Salmonella* lever i tarmkanalen hos virveldyr og fugl, og smitter til mennesker via fekal forurensning. Salmonellasmitte forårsaker som oftest lokale tarminfeksjoner og blir omtalt som salmonellose. Det har i de siste 30 årene vært en kraftig økning i antall tilfeller av salmonellose i alle industrialiserte land, som følge av at forekomsten av bakterien i næringsmidler, husdyr og husdyrfôr har økt (Granum 2012). Norge er, sammen med Sverige, Island og Finland, i en gunstig situasjon, hvor det endemiske nivået av Salmonellabakterien er svært lavt. Forekomsten

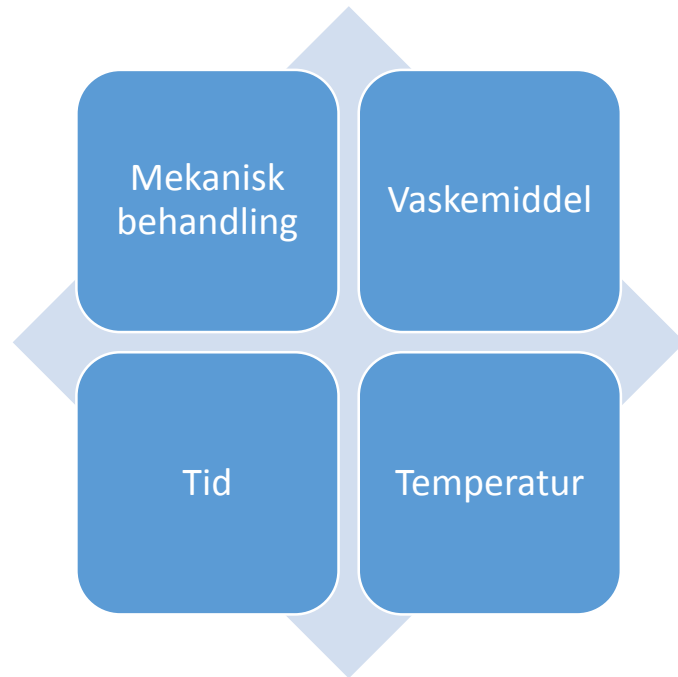
av *Salmonella* i norskproduserte næringsmidler og i husdyr er eksepsjonelt lavt sammenlignet med de fleste andre land, hvor bakterien er vanlig hos husdyr, særlig gris og fjørfe (Jore et al. 2015) og *Salmonella* har aldri vært påvist i norskproduserte egg (Heier et al. 2015). *Salmonella* kan vokse både aerobt og anaerobt mellom 5 °C og 48 °C, med et optimum på 37 °C. Ved oppvarming vil som regel *Salmonella* dø i løpet av forholdsvis kort tid, mens ved lave temperaturer og frysing overlever *Salmonella* godt (Granum 2012).

*S. Enteritidis* er spesielt tilpasset fjørfe, og egg har lenge vært den vanligste kilden til *S. Enteritidis* smitte til menneske (CDC 2010). *S. Enteritidis* ser ut til å ha en egen evne til å overleve i eggehviten, sammenlignet med andre salmonellaarter og andre bakterier (K. De Reu et al. 2015). Som nevnt vil *Salmonella* dø relativt raskt ved oppvarming, men varmeresistensen kan imidlertid bli påvirket av lagringsbetingelsene. Egg som er lagret ved romtemperatur må derfor kokes lengre enn egg laget i kjøleskapet, for å drepe *S. Enteritidis* i egget (Granum 2012). *S. Enteritidis* kan smitte egg via to veier, det er enten gjennom skallet etter at egget er lagt, eller smitten kan skje i det egget blir til inne i høna(transovarialt). *S. Enteritidis* overlever godt på tørre flater, dette gjør at overlevelsen i for eksempel avføring festet til eggeskallet er god (Granum 2012). *Salmonella* i avføringen kan kontaminere egget gjennom sprekker i skallet, enten festet på skallet, eller fra vaskevannet. Ved kontaminering av vaskevannet kan *Salmonella* trekke inn i egget via sprekker eller porene i skallet, ved vask om vannet har en lavere temperatur enn egget. Se avsnitt 2.4 hvor smitteveiene er nevnt og oppsummert i en figur. Etter at vasking av egg ble innført i USA på 1970-tallet, er imidlertid smitte fra eggeskallet en sjelden smittevei, og den transovariable smitteveien blir sett på som vanligste smittevei i dag (CDC 2010). Den transovariable smitten fører til at både konsumegg og rugekylling infiseres (Granum 2012). Høner som er smittet med *S. Enteritidis* kan fremstå friske og eggene ser ut til å ha god kvalitet. En høne som er smittet, kan legge mange friske egg, og av og til egg som er infisert med *S. Enteritidis* (CDC 2010). Den gunstige situasjonen i Norge når det gjelder forekomsten av *Salmonella* både i husdyr og næringsmidler, gjør utenlandsreiser til den største risikofaktoren for salmonellose i Norge (Granum 2012; Heier et al. 2015; Jore et al. 2015).

*Salmonella* er et problem i egg, men det er ikke denne bakterien som forårsaker råtning i eggene. Det er imidlertid *Salmonella* som er mest studert når det kommer til smitteveier inn i egg. Og det at det sees lite inntrenging av *Salmonella* gjennom eggeskallet, sier kanskje at det er liten sjanse for at bakterier trekker inn gjennom skallet hos egg.

## 2.5 Vask

Når det skal vaskes ønskes det et best mulig resultat. For å oppnå et godt vaskeresultat er det summen av de fire faktorer, mekanisk behandling, vaskemiddel, tid og temperatur, oppsummert i Sinners sirkel, figur 4, som er viktig. Endres nivået på en av faktorene, må de andre kompensere for dette dersom resultatet av vasken skal bli den samme.



*Figur 4: De fire faktorene som må være med i en vaskeprosess for å oppnå et godt vaskeresultat er mekanisk behandling, vaskemiddel, temperatur og tid. Disse faktorene omtales som Sinners sirkel. Fjernes en av faktorene trengs det mer av de andre for å oppnå samme vaskeresultat. (Granum 2011)*

Det stilles en del krav til vaskeprosessen og spesielt til vaskemiddelet som skal brukes. Det ønskes at vaskemiddelet skal ha en god evne til å trekke inn i smusset, løsne det fra underlaget og klare å holde det løst i vannet. Dette slik at smusset enkelt kan skylles vekk uten å feste seg til underlaget igjen. Det kan også være ønskelig at vaskemiddelet skal drepe eller inaktivere bakterier i smusset. For å oppnå ønsket resultat settes vaskemidlene sammen av flere ulike komponenter, og ulike vaskemidler er tilpasset ulike vaskeprosesser og overflater som skal rengjøres. Komponentene i de ulike vaskemidlene er syrer eller baser, overflateaktive stoffer, vannforbedrere, ulikt typer inhibitorer, antiskummidler og oksidasjonsmidler. Syrer er best på å løse opp utfelte salter, og de har også evnen til å løse opp organisk materiale som proteiner og fett, men ikke like effektivt som baser. Baser som benyttes i vaskemiddel er gode på overflater som er svært tilgriste med organisk materiale. Sterke baser har evne til å løse opp og bryte ned organisk materiale. De andre ingrediensene har funksjoner som hjelper syren eller basen, de er nødvendige for at vaskemiddelet skal ha god effekt. Vaskemidler er blant annet delt inn etter pH-verdi fra 0-14, hvor vaskemidler med pH under 7 er sure og over 7 er basiske (Granum 2011).

Rengjøring i næringsmiddelindustrien foregår stort sett med alkaliske vaskemidler. Dette er gunstig da de fleste mikroorganismer dør om de blir utsatt for pH-verdier over 9-10. Dette betyr at under rengjøring blir ikke bare smusset fjernet, men mikroorganismene blir også i stor grad drept ved vask med alkaliske vaskemidler (Granum 2011).

Sinners sirkel tar for seg de fire faktorene som er viktige for å oppnå et tilfredsstillende vaskeresultat. Dette er vaskevannets temperatur, den mekaniske behandlingen overflaten blir utsatt for, egenskapene til vaskemiddelet og vasketiden. Om nivået på en av disse fire faktorene endres, må en eller flere av de andre faktorene kompensere for dette, ved å økes, dersom vaskeresultatet skal bli det samme (Granum 2011). Senkes temperaturen på vaskevannet trengs det kanskje både lenger tid og mer mekanisk behandling for å oppnå det samme vaskeresultatet som ved bruk av varmt vann. Mekanisk behandling av overflatene vil føre til at smusset løsner lettere. Dersom temperaturen på vaskevannet i tillegg er relativt høy vil dette også hjelpe til med å løse opp smusset. En lenger vasketid hvor vaskemiddelet får virke lenge på forurensningen, vil gjøre de lettere å vaske bort, ulempen da er imidlertid at temperaturen på vaskevannet kan falle (Granum 2011). Om det som skal vaskes har ligget lenge før vask, vil smusset ha festet seg og det kan være vanskeligere å fjerne. Lund (1988) registrerte dette under et forsøk hvor det ble vasket egg på fire ulike tider etter verping.

### **2.5.1 Vask av egg**

Tanken bak å vaske skitne egg er å heve den ytre kvaliteten. For at kvaliteten ikke skal forringes, er det viktig at vaskingen blir utført på riktig måte hvis ikke kan vann, bakterier og kjemikalier trenge inn i egget og isteden forringe kvaliteten (Animalia et al. u.å; Bagley 2010). Det er også en viss fare for at vaskingen kan skade kutikula og dermed ødelegge den fysiske barrieren som er med på å holde bakteriene ute. Det vil også kunne føre til større fordamping fra egget (EFSA 2005). Det er vist at vaskingen av egg i rent vann vil reduserer bakterieantallet på skallet, mens vasking av naturlig rene egg i skittent vann vil kunne øke bakterieantallet på skallet (Hutchison et al. 2006). I Norge foregår vaskingen av egg ute hos hver enkelt produsent, og vaskingen er et kritisk punkt i produksjonen (Bagley & Hestetun 2013). Anbefalingen fra Animalia, KLF og Nortura er at bare skittene egg skal vaskes, praksisen og anbefalingene er imidlertid varierende i ulike land. I EU blant annet, er det ikke tillatt å vaske egg som skal gå til konsum. Dette fordi EU mener at det er kontamineringsfare ved vask av egg. I USA, Canada, Japan og Australia derimot er det et påbud om at alle egg skal vaskes, dette mye på grunn av smittefaren

med *Salmonella*, men også fordi myndighetene i disse landene vurderer at et vasket egg utgjør mindre fare for krysskontaminasjon ved matlaging (EFSA 2005; Grahek 2000). I Sverige, som også er et EU-land, er enkelte eggpakkerier godkjente av Livsmedelverket for å vaske egg, og de vaskes under strenge regler. Forbrukeren i Sverige foretrekker vaskede egg fremfor uvaskede. Svenske forsøk har vist at vaskede egg har lavere antall mikroorganismer på skall overflaten, enn uvaskede egg, og det ble ikke funnet at bakterier fra skall overflaten hadde trukket inn i egget under vask (EFSA 2005).

## **2.5.2 Farer forbundet med uriktig vask av egg**

### **2.5.2.1 Vanntemperatur**

Temperaturen på vaskevannet blir sett på som den viktigste faktoren når det kommer til sikker og effektiv eggvask. Det er gjort utallige forsøk som alle konkluderer med at temperaturen på vaskevannet bør være høyere enn temperaturen på egget (Bagley & Hestetun 2013; EFSA 2005). En temperatur som er nevnt er at vaskevannet bør være 11 grader høyere enn egget. Skyllenvannet bør være ytterligere litt varmere, dette for å sørge for god opptørking av eggeskallet. Rask opptørking av eggeskallet er gunstig, da det forhindrer muggvekst ved lagring. Det er hensiktsmessig at temperaturen øker utover i vaskeprosessen, med lavest temperatur ved forvaskingen, litt varmere ved vasking og høyest ved skyllingen (Brant & Starr 1962). Egg har blitt plassert i både varme og kalde bakterieløsninger for å undersøke effekten. Når egg blir plassert i kalde løsninger er det påvist at det oppstår undertrykk i egget og faren for at bakterieløsningen skal trekke inn i egget er stor. Når egg blir lagt i løsninger som har en høyere temperatur enn egget selv, er det vist at det dannes et overtrykk i egget og sjansen for at bakteriene skal trekke inn i egget blir mindre. Når dette tas i betraktning burde det være innlysende hvordan egg bør vaskes, men å få dette til i praksis er allikevel ikke like enkelt (Haines & Moran 1940). Det er også vist at en økning i vanntemperaturen gir en høyere inaktiveringsrate av mikroorganismer enn vaskevann med lavere temperatur (Leclair et al. 1994).

På vasketidspunktet vil temperaturen på eggene variere ut i fra hvor lenge siden det er de ble lagt, temperaturen i hønsehuset og oppbevaringsrommet. Egg som nylig er lagt og kommer direkte inn på bånd fra hønsehuset til en dysevasker, vil være varmest. Det er viktig at temperaturen på vaskevannet er satt ut i fra det varmeste egget, slik at undertrykk i eggene unngås (EFSA 2005). Varmt vaskevann er imidlertid ikke helt uproblematisk, da varmt vann øker sjansen for ødeleggelse på kutikula og dannelse av sprekker pga. temperatur forskjeller,

og der er også fare for at eggeinnholdet koagulerer. Temperaturer over 45 °C er derfor ikke å anbefale (Bagley & Hestetun 2013; Wesley & Beane 1967).

### **2.5.2.2 Vasketid**

Dersom temperaturen på vaskevannet er minst 11 grader høyere enn temperaturen på egget, er det vist at vasketiden ikke har så mye å si for opptaket av bakterier til egget. Vasketiden bør være satt ut i fra skallets visuelle renhet istedenfor faren for bakteriell ødeleggelse (Brant & Starr 1962). Det er imidlertid fare for at en lengre vasketid kan løse opp kutikula og skallet (Animalia et al. 2011). Så fra renhetsperspektivet er det uproblematisk med en forlenget vasketid, men for skallkvaliteten sin del vil det ikke være gunstig med en forlenget vasketid.

### **2.5.2.3 Vannkvalitet og pH**

Det er viktig at vannet som brukes til vask av egg er av drikkevannskvalitet. Innholdet av jern i vannet er av betydning, da tilstedeværelsen av jern bedrer livsbetingelsene for enkelte bakterier. Ved vask i ugunstige forhold med tilstedeværelse av jern i vaskevannet vil jern kunne trekke inn i egget. Jernet vil inni egget være med på å redusere forsvarsmekanismene til hviten og gjøre det mulig for bakteriene å overleve, de nyttiggjør seg av jern. Lovgivningen i land hvor eggvask er tillat bør ta hensyn til mulig tilstedeværelse av jern i vannet. Da det i tillegg til å fremme vekst av bakteriene inne i egget, ser ut til å inaktivere virkningen av vaskemiddelet. Dermed kan veksten av kvalitetsforringende mikroorganismer, som *Pseudomonas* spp. og andre Gram negative bakterier øke (EFSA 2005; Moats 1978). Vaskevannskvaliteten bør være god. Vannet skal være rent for å forhindre at uønskede bakterier forurenses vannet og trekker inn i egget (Bagley & Hestetun 2013). Doseringen av vaskemiddelet er viktig slik at riktig pH-verdi oppnås (Bagley 2010).



### **2.5.3 Generelle krav til vasking av egg**

Et naturlig rent egg har høy kvalitet og det anbefales at det derfor ikke vaskes. Er egget derimot skittent bør det vasket og da er det viktig at dette skjer på rett måte. Retningslinjene for vask av egg som er beskrevet på faktaarket «Egg- et unikt næringsmiddel» bør følges ved vasking av egg (Animalia et al. u.å).

#### **Generelle krav til vasking av egg**

- Vasking skal alltid gjøres med vann av drikkevannskvalitet
- Temperaturen skal være 40 °C.
  - Bøttevaskere: Min. 38 °C og maks 42 °C.
  - Dysevaskere: Min. 38 °C og maks 45 °C.
- Temperaturen skal kontrolleres og registreres.
- pH i vaskevannet, med vaskemiddel, skal være min. 10,5.
- pH kontrolleres og registreres regelmessig
- Datablad for vaskemiddel skal forefinnes.
- Dosering i henhold til brukerveiledningen for vaskemiddel.
- Eventuell skylling:
  - Temperatur på skyllevann skal være min. 10 grader høyere enn vaskevannstemperaturen. Dette gir raskere tørking og hindrer vaskevann å trenge inn i egget.
  - Skyllevannet brukes kun en gang og skal være av drikkevannskvalitet.
- Eggene skal kun vaskes en gang.
- Eggene tørkes før de settes på brett.
- Vaskeutstyret tømmes og rengjøres ved behov og etter vaskeslutt.

(Animalia et al. 2011)

#### **2.5.4 Vask av egg i ulike vaskanordninger**

Eggene som vaskes i Norge blir vasket av den enkelt produsenten ute på gården. Det er to typer maskiner som er vanlig å bruke, bøttevaskere og dysevaskere. Av disse to finnes det veldig mange ulike typer, og de er også av ulik kvalitet. Manuell vask med klut er også noe brukt. De neste avsnittene beskriver bøttevaskeren og dysevaskeren litt nærmere.

##### **2.5.4.1 Bøttevasker**

Bøttevasker er som navnet sier en bøtte, med en eggkorg som blir senket ned i vaskevannet, vises i figur 5. Bøtten er utformet med en anordning som roterer korgen slik at vannet skvulper rundt eggene. Bøttevask har flere utfordringer, i og med at eggene senkes i vann og dunker mot hverandre under vask (Bagley 2010). Bøttevaskeren har også problemer med å oppnå ønsket temperatur og opprettholde riktig temperatur under vaskingen (Bagley & Hestetun 2013).



Figur 5: Bøttevasker av typen RotoMaid. Hentet fra: <http://atec.no/wp-content/uploads/2014/01/329100.jpg>

#### **Råd ved vasking i bøttevasker:**

- Bruk riktig mengde godkjent vaskemiddel tilpasset bøttevaskeren
- Ikke sett eggkorgen nedi bøtten før vaskevannet har oppnådd riktig temperatur
- Fyll aldri korgen helt full med egg, det kan føre til mere klinkegg
- Vasketemperatur: Min. 38 °C og maks 42 °C.
- Eggene skal ikke vaskes i mer enn 2-3 minutter, da lenger vasketid kan føre til skader på kutikula, samt øke risikoen for klinkegg.
- Vaskevannet skal byttes etter maks 5 bøtter med vask.

(Animalia et al. u.å)

#### **2.5.4.2 Dysevasker**

Dysevaskerne kommer i to varianter, det er en in-line vasker og en off-line vasker. Der eggene kommer direkte fra hønsehuset på bånd inn i in-line vaskeren og alle eggene blir som regel vasket. Til off-line vaskeren kommer eggene på bånd ut fra hønsehuset, men båndet går ikke direkte inn i vaskemaskinen. Her står bonden å sorterer eggene, slik at skitne egg blir vasket, mens naturlig rene egg settes rett på eggbrettet.

Vaskemaskinen kan ofte deles i fire deler; 1) forvasken hvor eggene vanligvis blir spylt med varmt vann, 2) Selve vaskeprosessen, hvor eggene blir mekanisk behandlet med børster eller høytrykks spylt med varmt vann tilsatt vaskemiddel, 3) Skylling. Om vaskemiddelet er beregnet for skylling og 4) Tørking, ofte med varm luft (EFSA 2005). Dysevaskere kan ha problemer med å opprettholde riktig temperatur ved kontinuerlig vasking, det anbefales derfor å følge nøye med på temperaturen og ta pauser om nødvendig, slik at temperaturen holdes oppe på ønsket nivå (Bagley & Hestetun 2013). Kvaliteten på tørkeviftene som sitter på de ulike maskinene ser ut til å ha svært ulik effekt, hvor noen nesten ikke tørker eggene, mens andre får eggene tilnærmet tørre (pers. med. Elin Brunsdon).

#### **Råd ved bruk av dysevasker:**

- Bruk riktig mengde godkjent vaskemiddel tilpasset vaskemaskinen
- Bytt vaskevann rutinemessig
- Kontroller doseringsenheten for vaskemiddel rutinemessig for å sikre riktig konsentrasjon.
- Temperaturen på skyllevannet skal være minst 10 °C varmere enn vaskevannet
- Kontroller og registrer temperaturen på vaskevannet og skyllevannet rutinemessig.
- Eggene skal kun vaskes en gang.

(Animalia et al. u.å)

### **2.5.4.3 Vask med klut**

Manuell vasking med klut er ikke en anbefalt vaskemetode. Det er likevel laget noen retningslinjer for vask med klut, da man vet at dette forekommer ute hos produsentene.

- Klut bør brukes minst mulig og kun på enkeltflekker
- Start alltid dagen med en ren klut og skift ved behov.
- Bruk helst tørr klut, eller med lite vann på.

(Animalia et al. u.å)

Manuell rengjøring med klut er lite hygienisk forsvarlig, da bakterier vil etablere seg i kluten, selv etter skylling og tørking. Kluten vil ved senere bruk spre bakterier utover overflaten som rengjøres (Granum 2011).

### **2.5.5 Vaskemiddel**

Vaskemidlene har som nevnt i avsnitt 2.5 ulike egenskaper, slik at det er viktig å vite hva man ønsker av vaskemiddelet og hvilke bruk det er tiltenkt. Det er ulike vaskemidler til bølgevasker og dysevasker, samt noen som kan brukes til begge. Noen vaskemidler er beregnet for å skylles av etter vask, mens andre ikke skal skylles av. Vaskemidlene har ulike pH- optimum, og det er viktig å bruke riktig doseringen slik at pH-verdien blir riktig. For lav pH-verdi i vaskevannet kan føre til bakterievekst (Bagley & Hestetun 2013).

## **2.6 Hønsehuset**

Hønsehusene er ulikt innredet, enten med aviar (se figur 6) eller burinnredning (se figur 7), og mange varianter av disse to finnes. Innredning med bur er det mange restriksjoner på, og per i dag er det kun miljøbur som er tillat. Disse burene skal inneholde rugekasse, strøbad og vaglepinne for hønene, og det kan være 7-9 høner i et bur (Dyrevernalliansen 2015).

Ved å innrede hønsehuset med aviar, kan hønene bevege seg fritt (frittgående høner). Det gir mer plass og mindre stress for hønene. Atferdsproblemer som fjørhakking og kannibalisme forekommer sjeldnere. Gulvflatene kan brukes som strøareal slik at hønene kan plukke og strøbade, noe som er en naturlig adferd. (Dyrevernalliansen 2015)



Figur 6: Bilde viser et aviar innredet hønsehus. Fra bilde kan man se at hver høne har god plass til å boltre seg på. Hentet fra: [https://www.dyreverv.no/bedre\\_dyrevelferd/bedre-dyrehold/garder-til-inspirasjon/eggproduksjon](https://www.dyreverv.no/bedre_dyrevelferd/bedre-dyrehold/garder-til-inspirasjon/eggproduksjon)



Figur 7: Bilde viser et miljøbur hvor det er 7 høner i buret. Den blå og svarte kassen til høyre i bilde er rugekassen, hvor hønene kan gå inn og legge egg. Sett i forhold til aviar innredningen, har disse hønene mindre plass rundt seg. Henter fra: <http://www.nrk.no/livsstil/-burhons-har-det-best-1.782252>

Gode forholdet i hønsehuset som god strøkvalitet, ventilasjon, riktig fôr kvalitet/vannopptak og rene redematter vil bidra til flere rene egg og mindre vasking. Oftere kjøring av eggbandet som frakter eggene fra rugekassene til eggpakkerommet samt børster som rengjøring båndet, vil også bidra til færre skittede egg (Bagley & Hestetun 2013).

### **2.6.1 Redeegg**

Redeegg er egg som blir lagt i rugeeggkassene i både bur og aviar innredning. Redeeggene er ofte renere og det blir antatt at de har en bedre kvalitet enn gulvegg. I figur 8 er det et bilde av redeeggene som ble benyttet i dette forsøket. Det er en forutsetning at miljøet i rugekassene er rent og at eggbandet rengjøres regelmessig, for at eggene skal være rene.



*Figur 8: Redeegg, disse er rene og de er lagt i redekassene inne i hønsehuset. Foto: Camilla Mikalsen*

### 2.6.2 Gulvegg

Gulvegg vil kun kunne forekomme i hønsehus med aviar innredning. Her går som sagt hønene fritt og noen egg vil bli lagt på gulvet, men flesteparten blir lagt i rugekassene som redeegg. I hønsehus med burinnredning kan eggene også bli lagt utenfor rugekassene og de vil da trille over nettingen og ned på eggbandet (Bagley 2008). Disse vil også kunne bli skitne, men ikke på samme måten som egg lagt i strøet. Gulvegg er egg som høna legger i strøet på gulvet. Disse er ofte svært skitne og de blir antatt å ha en dårligere kvalitet enn redeegg. Figur 9 viser et bilde av gulvegg som ble benyttet i dette forsøket. Produsenten kan også være uheldig å plukke et egg som her ligget der en stund, dette ville ikke hent med redeeggene ettersom disse triller ned på eggbandet og blir fraktet ut. I rugeegg produksjon, ser det ut til at det er en overvekt av gulvegg som eksploderer i rugeeggmaskinen. Disse blir derfor plassert nederst i rugemaskinen, for ikke å forurense resten av eggene når de går i stykker.



*Figur 9: Gulvegg, de er skitne før vask. Dette er egg som er lagt på gulvet i strøet inne i hønsehuset. Foto: Camilla Mikalsen*

### 3. Materialer og metoder

#### 3.1 Egg

Eggene som ble benyttet i dette forsøket kom fra en gård lokalisert på Østlandet. Produsenten har et hønsehus som er innredet med aviar og har kapasitet til 7500 frittgående Lohman-høner. Hønene i dette forsøket var ved uttak av egg 48 uker gamle. Hønene var klekket på klekkeriet Steinsland & Co AS og oppdrettet hos Oraug Kylling oppdrett i Askim. 16 uker gamle ble de flyttet til produsenten. Produsenten hadde et problem med at andelen gulvegg var unormalt høy. Dette skyldes antagelig at det var for varmt i hønsehuset da innsette ble satt inn, det var sommer. Hønene lærte seg da ikke å legge egg i redet. Når de ikke blir trent opp til dette fra starten av, vil de fortsette med å legge eggene på gulvet.

På innsamlingstidspunktet var eggene mellom 0-24 timer gamle. De ble oppbevart noen timer i eggpakkerommet hos produsenten før de ble fraktet, med bil, til Animalias lokaler på Økern. Her ble de lagret natten over. Eggene ble dagen etter fraktet ut til IKBM, NMBU på Ås, hvor vaskingen og det videre arbeidet skulle foregå. Eggene var 2 dager på vasketidspunktet. Temperaturen ble under frakt og oppbevaring logget med en temperaturlogger, temp 19-20 °C.

Det ble hentet inn 600 egg fordelt likt på gulv- og redeegg. Det ble gjort et tilfeldig utvalg innad i hver gruppe på hvilke egg som skulle med i forsøket og vaskes. Det ble totalt vasket 510 egg. Egg med synlige sprekker (klinkegg) eller knekkegg ble sortert bort før vask og inngår ikke i forsøket. Egg som eventuelt ble klinkegg under vask, ble ikke sortert bort og inngår i forsøket. Bilder av eggene før vask sees i figur 10 og 11.



Figur 10: Redeegg før vask. Eggene fremstår som rene, ingen eller lite skitt på eggene. Foto: Camilla Mikalsen



Figur 11: Gulvegg før vask. Eggene fremstår som skitne. Eggene trenger en vask før forbrukeren vil ha dem. Foto: Camilla Mikalsen

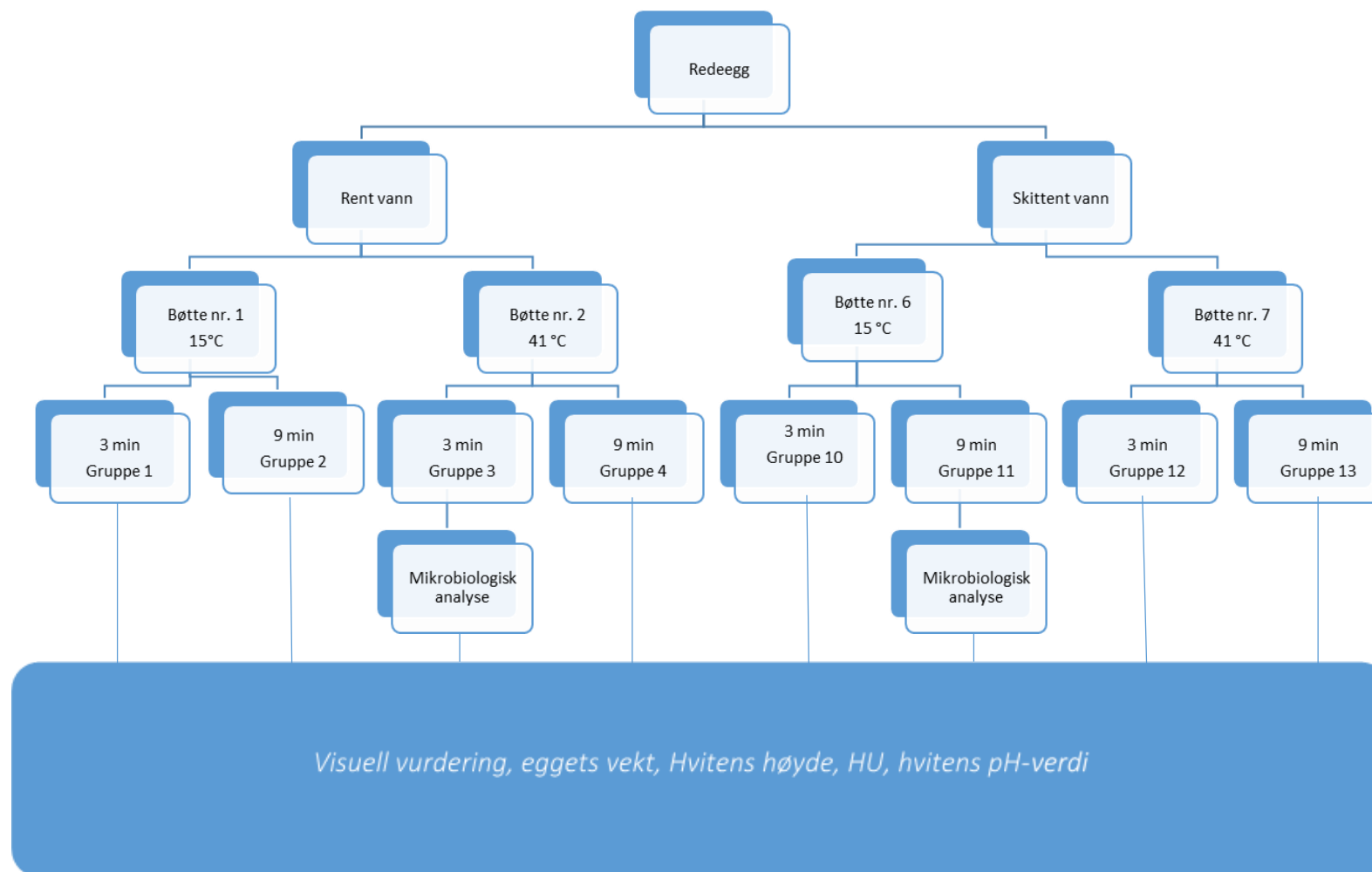


### 3.2 Vask av egg

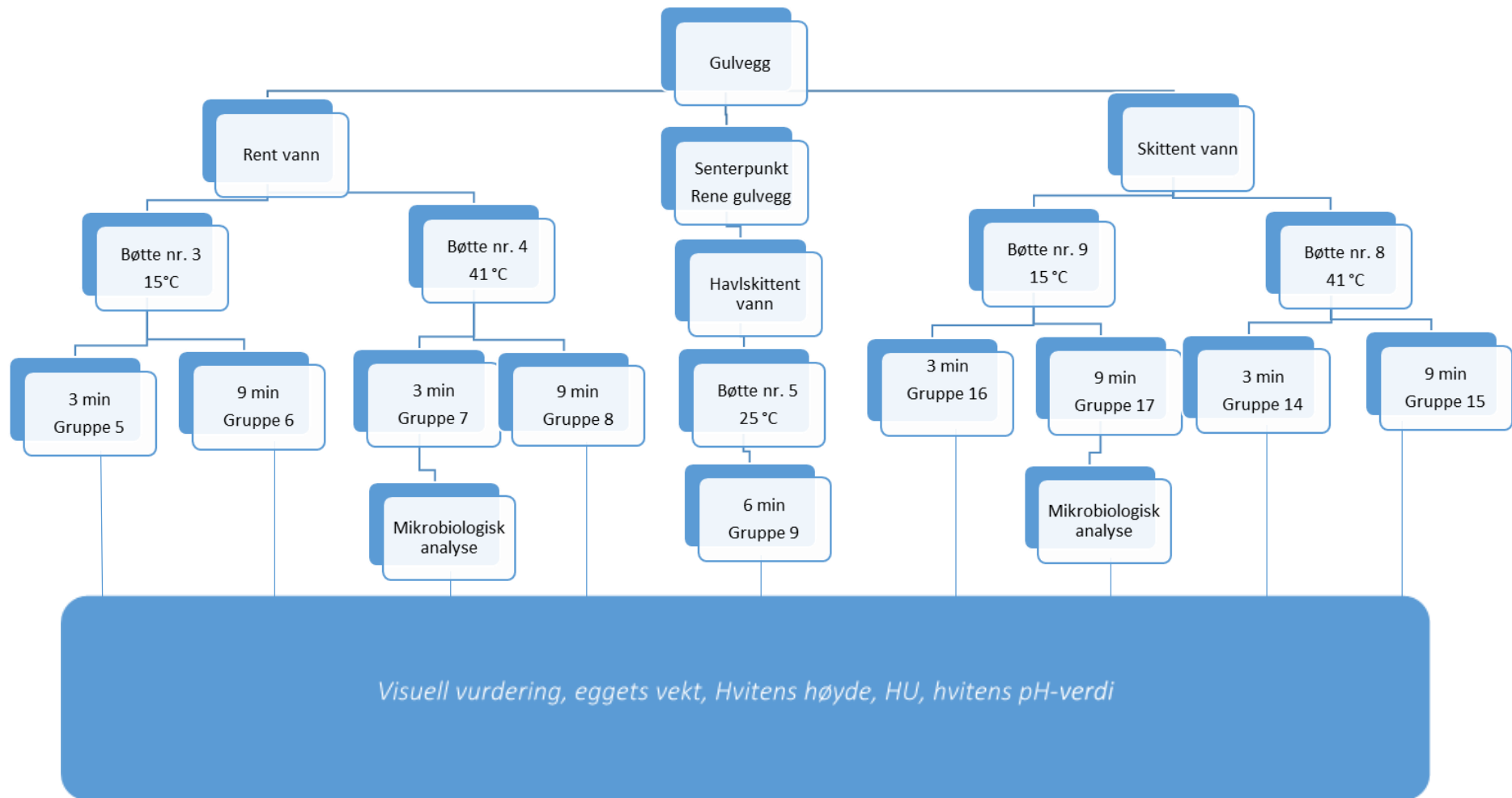
Alle eggene ble vasket i en bøttevasker av typen RotoMaid 100 med vaskemiddelet Rotosan. Eggene var fordelt mellom naturlig rent og svært skittent skall. I vaskeprosessen ble parameterne vanntemperatur, vasketid og vannkvalitet variert. Det ble vasket 30 egg i hver av gruppene, totalt 510 egg. På fem analysedager skulle det analyseres fem egg fra hver gruppe, totalt 25 egg. Det var dermed fem ekstra egg i hver gruppe som kunne brukes om noe gikk galt. Se forsøksoppsettet i figur 12 og 13.

Rotosan (DAW Enterprise Ltd) er et vaskemiddel, anbefalt og beregnet til vasking av egg i roterende bøttevasker (Bagley & Hestetun 2013). Rotosan er et kombinert vaske- og bakteriedrepende lavtskummende rengjøringsmiddel i pulver form, og det er godt løselig i vann. pH-verdien i bruksløsningen skal være 10-11,5. Rotosan inneholder blant annet det klorbaserte stoffet natrium dichloroisocyanurate dihydrate (CAS-nr. 51580-86-0) som sies å ha evne til å legge igjen en beskyttende hinne på eggeskallet. Eggene skal derfor ikke skylles etter vask med Rotosan. Den beskyttende hinnen skal hindre gjennomtrengning av kjemiske stoffer og bakterier gjennom skallet (DAW Enterprises Ltd u.å).

Eggene ble vasket i en bøttevasker av typen RotoMaid 100 (DAW Enterprises Ltd., Stone, Staffordshire England), med plass til opptil 100 egg og 9 liter vann. Det ble i dette forsøket vasket 60 egg per bøtte i ca. 10 liter vann, tilsatt 30 ml Rotosan. Først ble redeegg vasket i rent vann, så gulvegg i rent vann. Deretter senterpunktet, rene gulvegg vasket ved 25 °C med halvskittent vann i 6 minutter. Til slutt ble redeegg og gulvegg vasket i skittent vann. Vannet i bøttevaskeren ble byttet mellom hver vask, og bøttevaskeren ble rengjort. Nytt vann ble tilpasset neste vaskeprosedyre og vaskingen fortsatte. Mellom bøtte sju og åtte, ble det ikke skiftet vann. Når vannet nådde ønsket temperatur ble en eggkorg med 60 egg satt i bøttevaskeren og roteringen startet. Etter 3 minutter ble 30 egg tatt ut og lagt i en ny eggkorg til tørk. Etter 9 minutter ble eggkorgen med de resterende 30 eggene tatt ut og satt til tørk. Det ble vasket totalt ni bøtter med ulikt vann, temperatur og egg, noe som til sammen ga 17 grupper med egg vasket under ulike betingelser. Se forsøksoppsettet i figur 12 og 13 på neste side.



Figur 12: Forsøksoppsett for redeeggene. Av figuren ser man at redeegg ble vasket både i rent og skittent vann. I tillegg varierer temperaturen på vannet og vasketiden. Vaskemetodene er delt i totalt 17 grupper, hvor 8 av gruppene inneholder redeegg. Analysemetodene utført for hver gruppe er beskrevet i den blå boksen nederst i figuren. For gruppe 3 og 11 ble det i tillegg utført mikrobiologiske analyser.



Figur 13: Forsøksoppsett for gulveggene, samt senterpunktet. Vaskemethodene er delt i totalt 17 grupper, hvor 9 av gruppene inneholder gulvegg. Analysemetodene utført for hver gruppe er beskrevet i den store blå boksen nederst i figuren. For gruppe 7 og 17 ble det i tillegg utført mikrobiologiske analyser.

Møkkblandingen som ble benyttet for å lage det skitne vaskevann ble laget av Elin Brunsdon og Camilla Mikalsen på vaskedagen. Møkkblandingen besto av innholdet fra ett egg, og strø og avføring (ca. 500g) fra hønsehuset hvor eggene ble hentet inn, blandet ut i 3 liter vann. Halvskittent vann = 1dl møkkblanding + 7 liter vann. Skittent vann = 2 dl møkkblanding + 10 liter vann. Figur 14, viser vår definisjon på skittent vann.



*Figur 14: Skittent vaskevann, laget av 2 dl møkkblanding og 10 liter rent springvann tilsatt 30 ml vaskemiddel. Det er bøtte nr. 9 som blir vasket her. Foto: Camilla Mikalsen*

### **3.2.1 pH og temperatur under vask**

Vaskevannets pH ble målt, ved vaskestart og vaskeslutt i alle de 9 bøttene. Et mobilt pH-meter av typen «Checker by HANNA» (Checker portable pH-meter, Hanna Instruments®, Inc., USA) ble benyttet og det ble kalibrert med buffer med pH 7 og 10 (CertiPUR buffer solution, Merck, Germany), ved 20 °C.

Temperaturen på vaskevannet ble målt før vaskestart og etter 3 og 9 minutters vasking i alle de ni bøttene. For å nå 41 °C ble en del av vannet kokt opp i en vannkoker før det ble helt over i bøttevaskeren. Dette på grunn av at bøttevaskeren hadde problemer med å nå temperaturer over 38 °C og det var tidsbesparende. Det var utfordrende å treffe akkurat på temperaturen 15 °C og 41 °C.

Temperaturen i eggene ble målt ved lage et hull i eggeskallet med temperatursensoren, for så å stikke den inn i innholdet i egget. Disse eggene ble ikke vasket.

### **3.2.2 Mikrobiologiske analyser av vaskevannet**

For bestemmelse av mesofilt celletall ble det tatt prøver av rent vann og av de ni bøttene ved vaskeslutt etter 9 minutter. Prøven av det rene vannet er tatt av springvannet som ble benyttet til å fylle bøttevaskeren før det ble tilsatt vaskemiddel. Det ble til sammen tatt ti vannprøver. Det ble pipettert opp 1 ml vaskevann over i 99 ml Ringers løsning (0,72 % NaCl, 0,037 % KCl, 0,017 % CaCl<sub>2</sub>, pH 7,3 – 7,4), (tillaging i vedlegg 3), (Merck, Tyskland). Videre ble det laget en fortynningsrekke opp til 10<sup>-3</sup>, hvor 0,1 ml av hver fortynning ble pipettert ut på PCA agar (Merck, Tyskland). Fortynningene på skålene ble 10<sup>-2</sup>, -3, -4. Det ble benyttet en glasstav, dyppet i 70-75 % etanol (EtOH) og brent av, til utplatingen. Det ble sådd ut paralleller av alle prøvene og skålene ble inkubert aerobt ved 32 °C i fire dager. Deretter ble skålene satt ved 4 °C, og etter 10 dager ble det telt kolonier.

### **3.3 Egg lagring tid og temperatur**

Eggene ble etter vasking og tørking plassert med den butte enden opp, på egg Brett av kartong. Det er i den butte enden luftlommen i egget befinner seg, derfor lagres eggene med denne enden opp. Eggene ble lagret i et inkuberingsskap (Termaks, Norge) ved 8 °C. Luftfuktigheten i skapet ble ikke målt, men antas å ha vært stabil gjennom hele lagringsforsøket. Eggene ble analysert på følgende tidspunkter, 2 dager (tid 0), 16 dager (tid 2), 30 dager (tid 4), 45 dager (tid 6) og 59 dager (tid 8) etter vask.

### **3.4 Analyser av egg**

På analysedagen ble det tatt opp egg fra inkubatorskapet, fra fem og fem grupper samtidig, hvor de så ble analysert fortløpende i løpende rekkefølge. Den siste av de fem gruppene hadde ved analysering vært oppbevart i romtemperatur i ca. 3 timer. Eggene i gruppene hvor det ble utført mikrobiologiske analyser ble analysert til slutt på sitt Brett etter rengjøring av utstyr med sprit. Eggenes vekt, hvitens høyde og hvitens pH ble registrert, deretter kunne Haugs Unit regnes ut. Samtidig ble også eggene sjekket visuelt. For gruppe 3, 7, 11 og 17 er det i tillegg utført mikrobiologiske analyser. Se forsøksoppsett i figur 11 og 12 side 25 og 26.

### 3.4.1 Visuell vurdering av eggene

Det ble foretatt en visuell vurdering av eggeskallet for rester av skitt/blod, samt skader som sprekker eller hull. Etter at egget var knekt, ble innholdets lukt, utseende og eventuelt andre forandringer som måtte oppstå i eggene over tid vurdert. Figur 15 viser et egg hvor det er en klinskade i skallet.



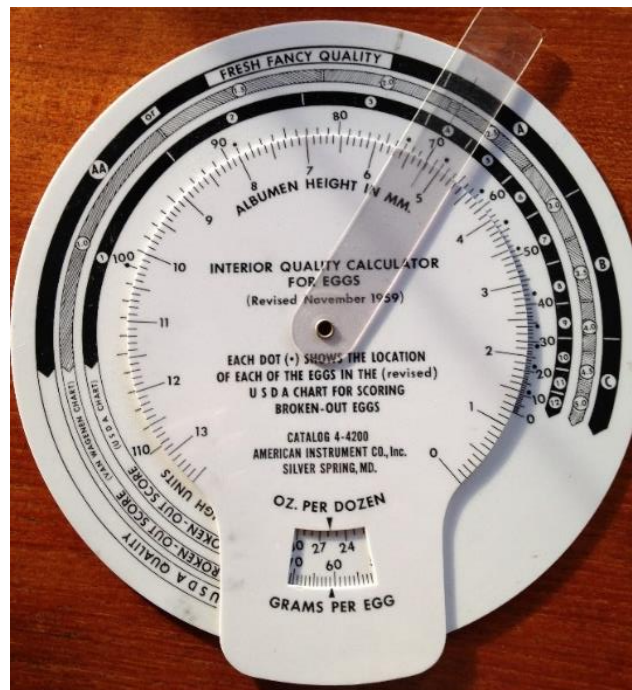
Figur 15: Egg med sprekk i skallet, klinskade. Foto: Camilla Mikalsen

### 3.4.2 Vekt av egget og høydemåling av hviten

Det ble i denne oppgaven brukt en EggAnalyzer™ (Orka Food Technology Ltd.) for måling av vekten til egget, kalibreringsprosedyre i vedlegg 2. Til måling av hvitens høyde ble det brukt et mikrometer med tre bein, kalt en tripod, se figur 16. Egget ble knekket mot kanten av et begerglass og innholdet lagt på glassplaten, deretter ble mikrometeret plassert over egget, slik at høydemåleren traff eggehviten midt mellom kanten av hviten og plommen. Pinnen ble skrudd ned til den traff hviten og høyden lest av og notert. Ved å legge inn eggets vekt og hvitens høyde i interior quality calculator, figur 17, leses Haugh-units av på toppen av hvifteformen.



Figur 16: Instrumentet som ble brukt til måling av hvitens høyde var et mikrometer. Egget knekkes over glassplaten og mikrometeret settes så over slik at målepinnen vil treffe ca. midt på hvitens viskøse del. Målepinnen skrues ned og høyden på hviten leses av i millimeter. Foto: Camilla Mikalsen



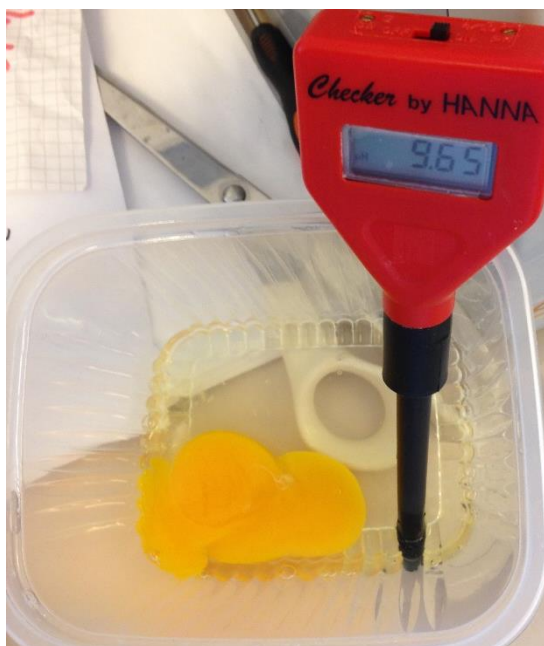
Figur 17: Bilde viser hvifteformen som ble benyttet til å regne ut HU-verdien til eggene. Ved å legge inn eggets vekt i «grams per egg» vinduet og hvitens høyde med den blanke linjalen. Kan HU-leses av i neste sirkel på måleskiven. På bilde er eggets vekt 61g, hvitens høyde 5,2 mm og HU leses av til 70. Foto: Camilla Mikalsen

### **3.4.3 Mikrobiologisk analyse av eggehviten**

Alt utstyr ble vasket og desinfisert med 70-75 % etanol (EtOH). Etter at vekten av egget var registrert, ble egget desinfisert med etanol og deretter knekt på kanten av et sterilt begerglass og uten å komme nært innholdet med fingrene, ble innholdet lagt på glassplaten. Prøvene til de mikrobiologiske analysene av eggehviten ble tatt ut etter at høydemåling var foretatt, med en steril pipette (Finnpipette, Thermo). Petriskålene ble satt på vekten (Mettler PC 440, Zürich) og det ble pipettert ut 1,00 g eggehvite over i petriskålen. Det ble benyttet PCA agar (Merck, Tyskland) til innstøping. Temperert agar (38 °C) ble helt over og hviten og agaren ble blandet ved hjelp av 10 8-talls bevegelser. Skålene sto i romtemperatur til agaren stivnet, de ble så inkubert opp ned innpakket i en pose ved 32 °C i 4 dager. Etter inkubering i 4 dager, ble skålene satt ved 4 °C i 10 dager før registrering av vekst/ikke vekst.

### **3.4.4 Måling av pH i eggehvite**

Et pH-meter av typen «Checker by HANNA» (Checker portable pH-meter, Hanna Instruments®, Inc., USA), ble brukt for måling av pH i eggets hvite. Det ble kalibrert med buffer på pH 7 og 10 (CertiPUR buffer solution, Merck, Germany), tre ganger om dagen, ved analysestart og etter hvert brett med egg. Det ble rørt om 10 ganger i hviten for å blande de ulike delene av hviten sammen. pH-metere ble så satt opppi og pH-verdien lest av når pH-verdien stabiliserte seg. Figur 18, viser måling av pH i eggehviten.



*Figur 18: pH-måling av eggehviten ble utført med pH-meter av typen Checker by Hanna. Foto: Camilla Mikalsen*

### 3.5 Eksperimentelt oppsett

Forsøket er lagt opp som et faktor forsøk. Med to nivåer av de fire variablene (et såkalt  $2^4$  forsøksoppsett); vannkvalitet, vanntemperatur, vasketid og eggtype. Og et senter punkt. Totalt gir dette 17 grupper. Det ble gjort 5 gjentak for hver gruppe.

Eggene ble lagret i totalt 8 uker, med uttak og analyser ved tid 0, 2, 4, 6 og 8 uker etter vask.

### 3.6 Statistiske analyser

Minitab Statistical Software 14 ble benyttet til de statistiske analysene og prosedyren General Linear Modell ble benyttet. Det ble undersøkt hvordan de ulike vaskemetodene har hatt innvirkning på pH-verdien i eggehviten og på kvalitetsmålet HU. Til sammen ble 399 egg inkludert i datasettet. Data fra arbeidet i Minitab finnes i vedlegg 1.

#### HU

En modell med alle fire hovedeffekter, alle seks to-faktorsamspillene samt lagringstid ble analysert. Deretter ble samspill med høy p-verdi, utelatt fra modellen. Også hovedfaktoren eggtype ble utelatt fra modellen grunnet høy p-verdi og ingen påvirkning i samspill. Basert på plott, p-verdi og enkelhet, ble det valgt å gå videre med kun et to-faktor samspill. Dette var samspillet mellom temperatur og vannkvalitet, som hadde den laveste p-verdien av samspillene ( $p = 0,124$ ).

#### pH

En modell med alle fire hovedfaktorer, alle seks to-faktorsamspillene samt lagringstiden ble analysert. Deretter ble samspill med høy p-verdi, utelatt fra modellen. Basert på plott, p-verdi og enkelhet, ble det gått videre med 2 to-faktorsamspill. Det var samspillet mellom eggtype og vannkvalitet ( $p = 0,002$ ) og samspillet mellom eggtype og vasketid ( $p = 0,020$ ).

På grunn av kompleksitet, er ikke senterpunktet tatt med i beregningene. Egg nr. 2 fra gruppe 3, ved tid 0 er fjernet fra datasettet. Dette fordi egget var veldig stort (79g). Ingen av de 509 andre eggene hadde denne størrelsen. Forsøket baserte seg på «normale egg», og ettersom det er få egg med denne størrelsen, ble det besluttet å fjerne egget fra datasettet. Egget med verdien 48 HU fikk et svært stort standardisert residual på - 4,27, ved å fjerne dette er det nå ingen av verdiene som ligger over 3.



### 3.6.1 Modellene for det statistiske oppsettet:

Modellen der HU er respons:  $HU_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + \delta T_1 + \varepsilon_{ijklm}$

HU for vannkvalitet i, temp j, vasketid k, tid l og gjentak m

$i = R, S$        $j = K, V$        $k = K, L$        $l = 0, 2, 4, 6, 8$        $m = 1, 2, 3, 4, 5$

Hvor "R" er rent og "S" er skittent er effekter av vannkvaliteten, "K" er kaldt og "V" er varmt er effekter av vanntemperaturen og hvor "K" er kort og "L" er lang er effekter av vasketiden. Alle effektene summerer seg til null.

$(\varepsilon_{ijklmn} \sim N(N0, \sigma))$  Vi anser alle observasjonene for å være uavhengig.

Modellen der pH er respons:  $pH_{ijklmn} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \phi_n + (\alpha\phi)_{in} + (\gamma\phi)_{kn} + \delta T_1 + \varepsilon_{ijklmn}$

pH for vannkvalitet i, temp j, vasketid k, eggtype n, tid l og gjentak m

$i = R, S$        $j = K, V$        $k = K, L$        $n = R, G$        $l = 0, 2, 4, 6, 8$        $m = 1, 2, 3, 4, 5$

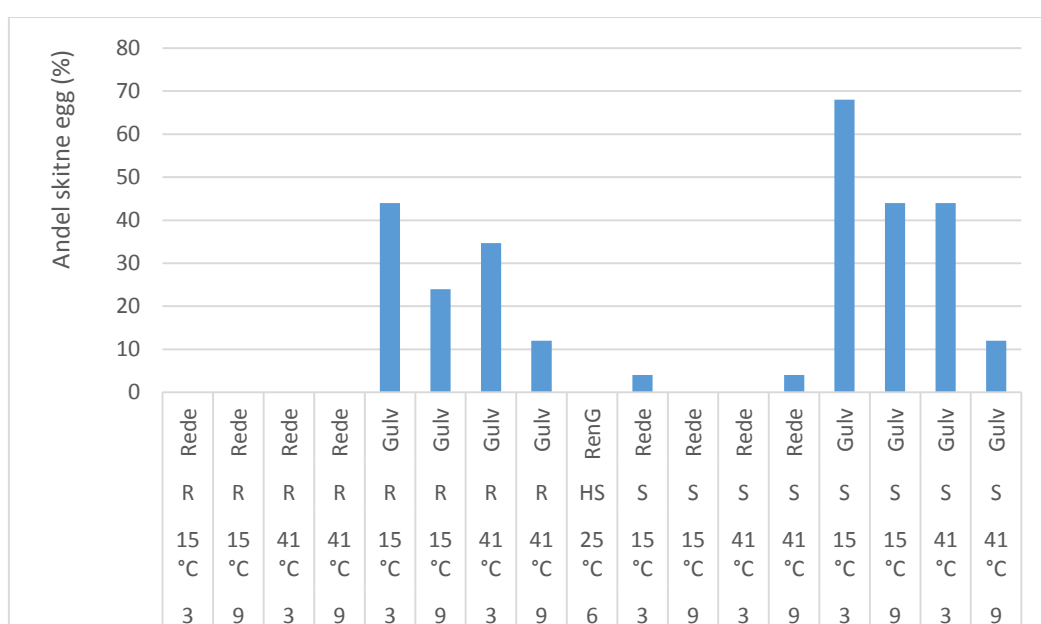
Hvor "R" er rent og "S" er skittent er effekter av vannkvaliteten, "K" er kaldt og "V" er varmt er effekter av vanntemperaturen, hvor "R" er redeegg og "G" er gulvegg er effekter av eggtype og hvor "K" er kort og "L" er lang er effekter av vasketiden. Alle effektene summerer seg til null.

$(\varepsilon_{ijklmnn} \sim N(N0, \sigma))$  Vi anser alle observasjonene for å være uavhengig.

## 4.Resultater

### 4.1 Visuell vurdering av eggene

På analysedagen ble alle eggene undersøkt visuelt for klinkskader, sprekker, kjøtt/blod flekker, lukt og andre defekter. Det ble ikke observert egg med blod- eller kjøttflekker, eller oppdaget avvikende lukt på noen av de fem analysedagene. Det ble derimot observert egg med skittflekker etter vask. Figur 19 viser andelen skitne egg etter vask og fordelingen mellom de ulike vaskemetodene. Det ble også registrert egg med klinkskader og sprekker etter vask, dette vises i figur 21.



Figur 19: Figuren viser andelen skitne egg igjen etter vask. Rede = Redeegg, Gulv = Gulvegg, ReneG = Rene gulvegg, R = Rent vaskevann, S = Skittent vaskevann, HS = Halv skittent vaskevann, 3 og 9 er antall minutter eggene er vasket.

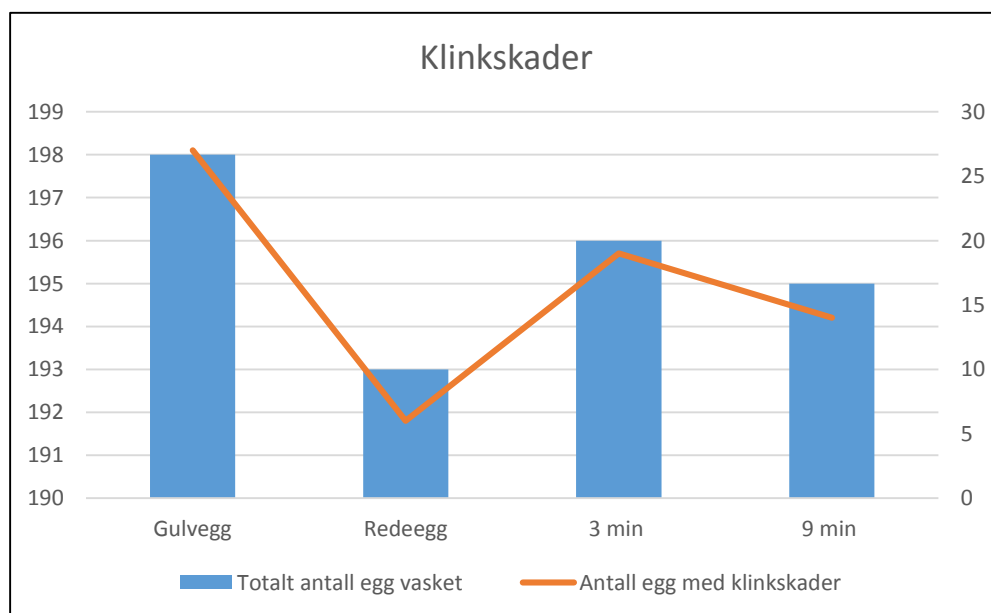
Figur 19 viser at andelen skitne egg var lavere etter vask i 9 minutter, sammenlignet med 3 minutter. Gulveggene hadde den største andelen skitne egg etter vask. Av redeeggene var det kun to egg som hadde skittflekker etter vask (4 %). Det ble registrert flere egg med skitt igjen etter vask ved 15 °C enn ved 41 °C. Kombinasjonen av 15 °C, 3 minutters vask av gulvegg med skittent vann, ga hele 68 % skitne egg etter vask.

Figur 20 viser et typisk gulvegg som ikke ble rent etter vask i skittent vann ved 15 °C i 3 minutter.



Figur 20: Gulvegg som er vasket i skittent vann ved 15 °C i 3 minutter. Det sees klart av bilde at egget ikke har blitt rent under vaskeprosessen. Foto: Camilla Mikalsen

Figur 21 viser andelen klinkegg etter vask, fordelt på vasketid og eggtype. Dersom klinkegg ble observert før vask, ble disse tatt bort og inngikk ikke i forsøket. Klinkeggene i figur 21 representerer eggene som hadde fått skader under vaskeprosessen.



Figur 21: Tabellen viser på y-aksen det totale antall egg som ble vasket. På aksene på høyre side vises antall klinkegg av totalantallet. Antall egg med klinkskader fordelt på eggtypen og vasketiden

Figur 21 viser at overvekten av klinkeggene var gulvegg med 27 av totalt 198 egg (13,6 %), mot 6 av totalt 193 redeegg (3,1 %). Det var noen flere klinkegg etter vask i 3 minutter enn etter vask i 9 minutter. Figur 22 viser et av eggene hvor det under analysene ble observert klinskade.



Figur 22: Et av eggene hvor det på analysedagen ble observert klinskade. Foto: Camilla Mikalsen

På analysedagene ble antall egg hvor plommen sprakk registrert, enten når egget ble knekt ut på glassplaten eller overført til beger for pH-målingen.

Tabell 2: Antall plommer som sprakk ved håndtering til analysene.

Analysetid, uker etter vask	Antall plommer som sprakk
<b>Tid 0</b>	1
<b>Tid 2</b>	4
<b>Tid 4</b>	6
<b>Tid 6</b>	7
<b>Tid 8</b>	8

Tabell 2 viser at det var en tendens til at flere plommer sprakk utover i lagringstiden. Figur 18 i materialer og metoder viser et egg med ødelagt plomme etter overføring til begeret for pH-måling.

## 4.2 Registrering av pH og temperatur i vaskevann

pH og temperatur på vaskevannet ble registrert for hver bøtte. Målingene ble gjort før start, etter vask i 3 og 9 minutter. Vaskemiddelet Rotosan ble brukt i alle de ni bøttene, anbefalt pH i bruksløsningen er 10-11,5 og anbefalt vasketemp er 38-42 °C. Temperaturen i eggene før vask ble målt, og den holdt seg stabilt på 20 °C.

Tabell 3: Registrering av pH-verdien og temperatur under vasking i alle de 9 bøttene.

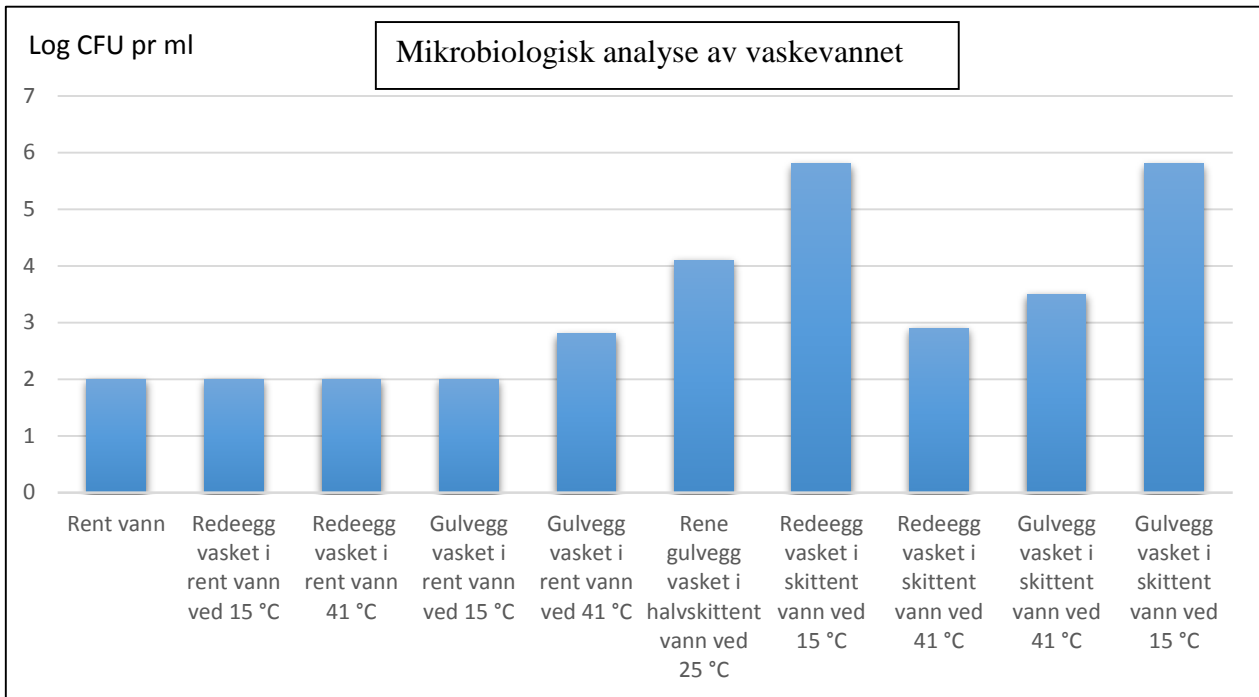
Bøtte	Vaskemetode			pH	pH	pH	Temperatur	Temperatur	Temperatur
	Temp (°C)	Vann kvalitet	Rede/Gulv	Start	3 min	9 min	Start (°C)	3 min (°C)	9 min (°C)
1	15	R	R	11,21	11,21	10,98	15,0	15,8	15,8
2	41	R	R	10,53	10,86	10,70	40,8	35,6	36,1
3	15	R	G	10,87	-	-	16,0	16,8	17,0
4	41	R	G	-	-	11,42	41,0	37,4	37,4
5	25	HS	RG	10,80	11,25		25,9	25,3	
6	15	S	R	-	11,33	11,55	16,0	17,0	17,2
7	41	S	R	10,37	11,38	11,40	41,0	37,3	37,0
8	41	S	G	11,00	11,37	11,40	40,8	37,0	37,4
9	15	S	G	11,35	11,56	11,39	15,2	16,6	16,5

Tabell 3 viser at pH-verdien holdt seg innenfor anbefalt verdi på minimum 10 i de ni bøttene. Temperaturen i bøttene med 41 °C falt under anbefalt minimums grense på 38 °C. Temperaturen i bøtte 2 og 8 økte noe igjen fra 3 til 9 minutters vask. I bøtte 7 gikk temperaturen ytterligere noe ned, mens den i bøtte 4 var uforandret fra målingen ved 3 minutter til målingen ved 9 minutter. Ved vask i 15 °C ble motsatt effekt observert, temperaturen steg i løpet av vaskeprosessen.

## 4.3 Mikrobiologiske analyser

### 4.3.1 Mikrobiologiske analyser av vaskevannet

Det ble utført mikrobiologiske analyser av vaskevannet for å få en indikasjon på hvilke belastning eggene ble utsatt for. Figur 23 viser resultatet fra de mikrobiologiske analysene gjort på vaskevannet. Prøvene ble tatt ut ved vaskeslutt, etter 9 minutter. Rent vann ble tatt fra springen og var ikke tilsatt vaskemiddel.



Figur 23: Mikrobiologiske analyser av rent springvann og vaskevannet. Søylen viser antall kolonier per ml vaskevann. Halv skittent vann = 1dl møkkblanding tilsatt i vaskevannet. Skittent vann = 2dl møkkblanding tilsatt i vaskevannet. Vaskevannet var tilsatt 30 ml av vaskemiddelet Rotosan.

Resultatene i figur 23 viste en klart forskjell mellom rent og skittent vaskevann. Etter vask med rent vann, var bakterietallet høyest ved 41 °C. Bakterieantallet var etter vask av gulvegg i rent vann ved 41 °C høyere, sammenlignet med vask av redeegg i rent vann ved samme temperatur. Når det ble tilsatt 1 dl møkkblanding til vaskevannet økte bakterieantallet betraktelig. Etter vask i skittent vann, var bakterieantallet betraktelig høyere ved 15 °C, enn ved 41 °C.

### 4.3.2 Mikrobiologiske analyser av eggene

Det ble foretatt mikrobiologiske analyser av eggene for å undersøke om bakterier fra vaskevannet hadde trukket inn i egget og dermed ville vises som vekst på skålene. Det var fire grupper som ble testet mikrobiologisk. Gruppe 3; Redeegg vasket i rent vann ved 41 °C i 3 minutter, gruppe 7; Gulvegg vasket i rent vann ved 41 °C i 3 minutter, gruppe 11; Redeegg vasket i skittent vann ved 15 °C i 9 minutter og gruppe 17; Gulvegg vasket i skittent vann ved 15 °C i 9 minutter. Det ble etter inkubering registrert vekst/ikke vekst på skålene.

Tabell 4: Resultatene fra de mikrobiologiske analysene av eggene viser sporadisk vekst i enkelte egg. Det ble sådd parallelle skåler fra hvert egg (A/B).

Vaskemetode	Tid 0	Tid 2	Tid 4	Tid 6	Tid 8
<b>Gr. 3 Redeegg, rent vann, 41 °C, 3 min</b>					
Egg 1, (A/B)	0	0	0	Vekst	0
Egg 2, (A/B)	0	0	0	0/vekst	0
Egg 3, (A/B)	Vekst/0	0	0	0	0
Egg 4, (A/B)	Vekst	0	0	0	0
<b>Gr. 7 Gulvegg, rent vann, 41 °C, 3 min</b>					
Egg 1, (A/B)	0	0	0	0/vekst	0
Egg 2, (A/B)	Vekst/0	0	0	0	0
Egg 3, (A/B)	-	0	0	0	0
Egg 4, (A/B)	-	0	0	0	0
<b>Gr. 11 Redeegg, skittent vann, 15 °C, 9 min</b>					
Egg 1, (A/B)	0	0	Vekst/0	0	0
Egg 2, (A/B)	Vekst/0	0	0	0	0
Egg 3, (A/B)	0	0	0	0	0
Egg 4, (A/B)	0	0	0	Vekst	0
<b>Gr. 17 Gulvegg, skittent vann, 15 °C 9 min</b>					
Egg 1, (A/B)	0	0	0	0	Vekst
Egg 2, (A/B)	Vekst	0	0	0	0
Egg 3, (A/B)	-	0	0	Vekst/0	0
Egg 4, (A/B)	-	0	0	0	0

Tabell 4 viser at det var påvist sporadisk vekst i enkelte egg i hver av de fire gruppene. Ved analysetid 2 ble det ikke påvist vekst i noen av gruppene. Flest skåler med vekst var i gruppe 3 (redeegg vasket i rent vann ved 41 °C i 3 minutter) med totalt 6 av 40 skåler med vekst. For gruppe 7 (gulvegg vasket i rent vann ved 41 °C i 3 minutter) var det 2 av 36 skåler med påvist vekst. Hos gruppe 11 (redeegg vasket i skittent vann ved 15 °C i 9 minutter) ble det påvist vekst på 4 av 40 skåler. For gruppe 17 (gulvegg vasket i skittent vann ved 15 °C i 9 minutter) ble det påvist 5 av totalt 36 skåler med vekst.



## 4.4 Statistiske analyser av eggkvalitet

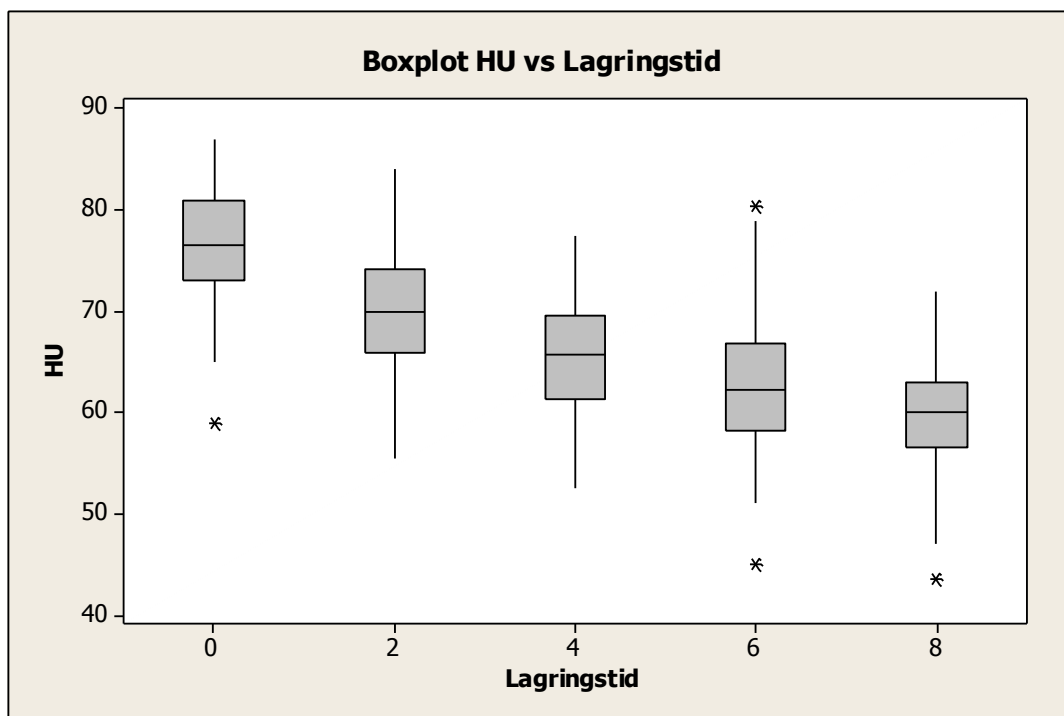
### 4.4.1 HU

Modellen for de statistiske analysene finnes i kapittel 3.6.1 i materialer og metoder og bakgrunnsdata for tabeller og figurer i vedlegg 1.

Effekter innenfor et signifikansnivå på 10 % er inkludert i resultatene. Samspillet mellom vannkvaliteten og temperaturen på vaskevannet fikk en p-verdi på 0,124. Dette er ikke signifikant, men det viser at det er en tendens i materialet.

#### *Effekt av lagringstid*

HU ble plottet mot lagringstiden for å se hvordan HU-verdien utviklet seg med lagringstiden. Dette er modellert lineært og uten samspill med de andre faktorene. Reduksjonen i HU-verdien pr. tidsenhet vil dermed bli den samme for alle kombinasjonene.

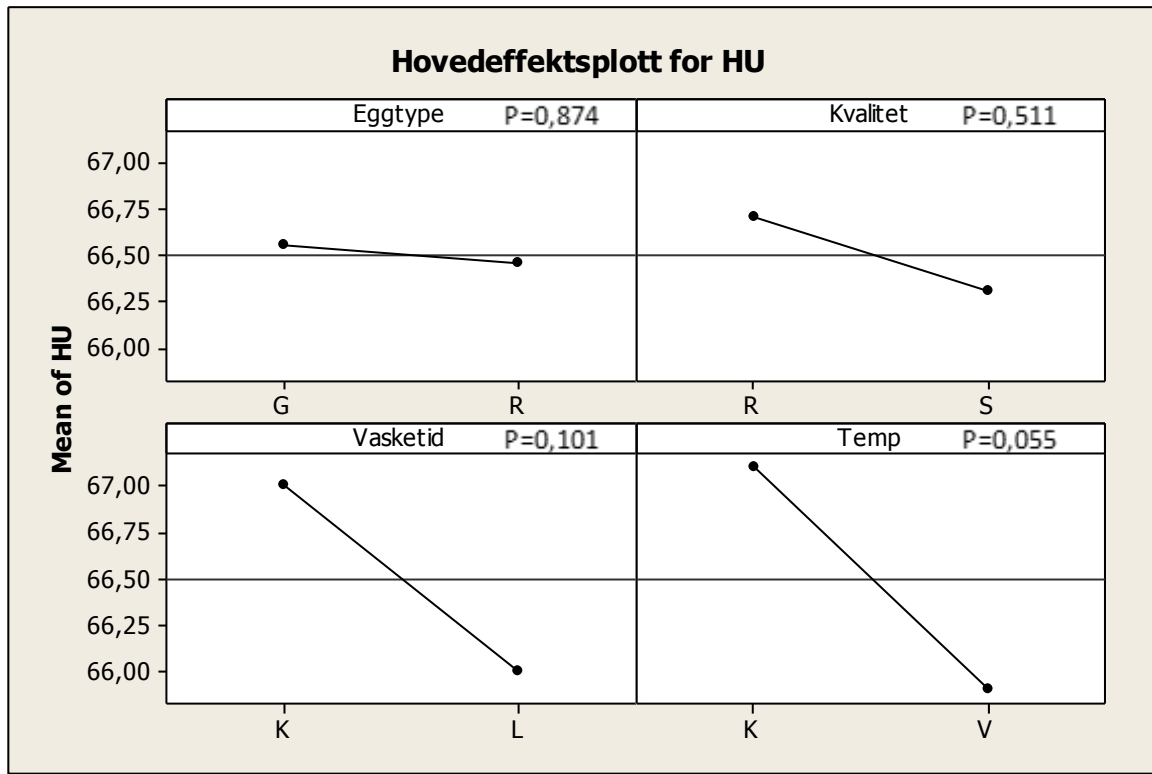


Figur 24: Utviklingen av HU-verdien utover i lagringstiden, 0, 2, 4, 6 og 8 uker etter vask. Effekten av tiden er signifikant med hensyn på HU. Observasjonene merket \* er outliers.

Figur 24 viser at HU-verdien i eggene sank utover i lagringstiden. Effekten av tiden var i høyeste grad signifikant med hensyn på HU ( $p = 0,000$ ). 50 % av observasjonene befant seg inne i boksene i figuren, disse har tilnærmet samme bredde, noe som er en indikasjon på konstant varians. Streken i midten av boksen er medianen, den midterste observasjonen. Observerer man medianen over tid, ser man at det var en tilnærmet lineær sammenheng mellom HU og lagringstiden.

## Hovedeffektene

Hovedeffektsplottet i figur 25 viser hovedfaktorenes innvirkning på HU-verdien i eggene. P-verdiene er hentet fra tabell 6 og vedlegg 1.

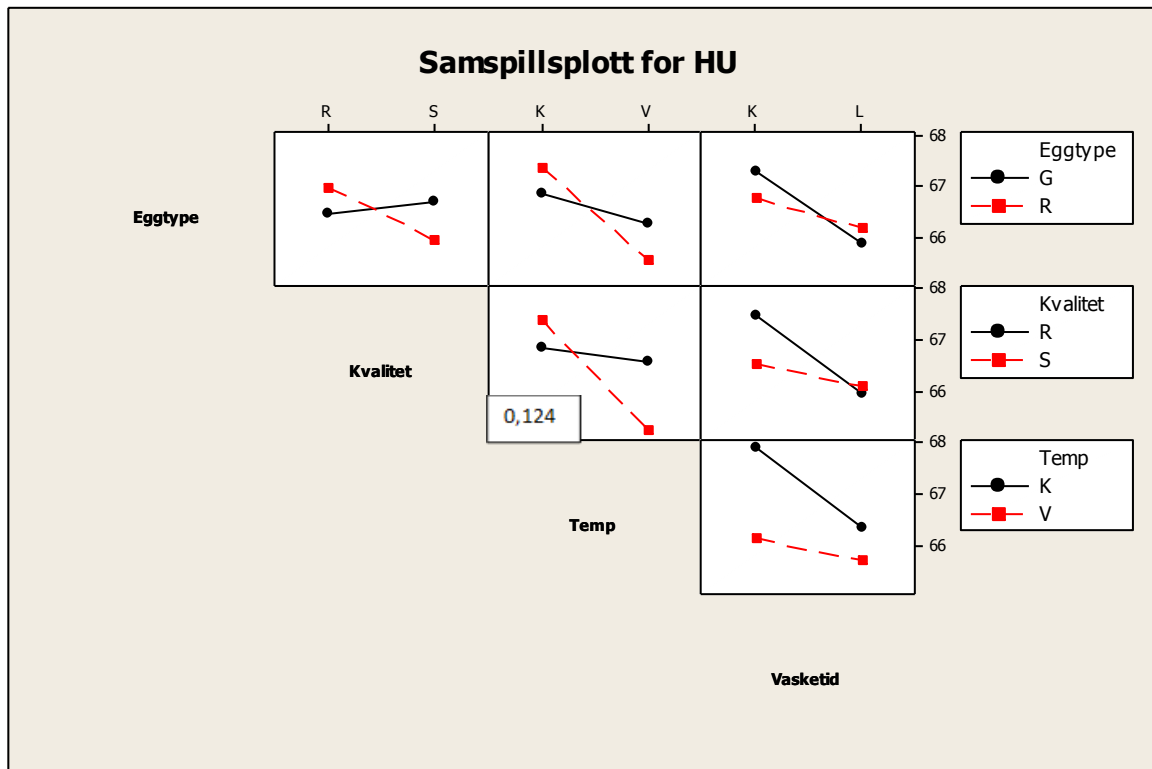


Figur 25: HovedeffektsploTTet viser viktigheten av den enkelte faktor uten samspill. Eggtype G = gulvegg, R = redeegg. Kvalitet R = rent, S = skittent. Vasketid K = kort, L = lang. Temp K = kaldt, V = varmt

Bilde oppe til venstre i figur 25 viser at effekten av eggtype neppe var signifikant med hensyn på HU. HU-verdien var ikke høyere for redeegg fremfor gulvegg. Bilde oppe til høyre viser at vaskevannskvaliteten hadde noe innvirkning på HU-verdien i eggene, men forskjellen var ikke signifikant ( $p=0,511$ ). Av bilde nede til venstre observeres det at det var forskjell mellom vask i 3 og 9 minutter ( $p = 0,101$ ), kort vasketid ga en signifikant høyere HU-verdi enn en lang vasketid. Endringene i HU var små og eggene fra både kort og lang vasketid havnet innenfor A klassen i HU-klassifiseringen. Av bilde nede til høyre i figur 25 ble det også observert forskjeller, vask av egg i kaldt vann ga signifikant høyere HU-verdi, sammenlignet med egg vasket i varmt vann, ( $p=0,055$ ). Forskjellene i HU-verdiene var små til tross for at de var signifikante. P-verdiene som forklarer figur 25 finnes i tabell 5.

## Samspillseffekter

I figur 26 vises alle to-faktorsamspillene.



Figur 26: Samspillesplottene viser alle to-faktor samspillene. Samspillet mellom kvalitet og temp har den laveste P-verdien av samspillen og er tilnærmet signifikant på 10 % signifikansnivå. Eggtype G = gulvegg, R = redeegg. Kvalitet S = skittent, R = rent. Temp K = kaldt, V = varmt. Vasketid K = kort, L = lang.

På bakgrunn av figur 26 ser det ut til at samspillet mellom vannkvaliteten og vasketemperatur hadde en relativt lav p-verdi, samspillet observeres som en tendens i materialet. Vaskes eggene ved 15 °C var det tilnærmet likegyldig hvilke kvalitet det var på vaskevannet. Vaskes eggene derimot ved 41 °C var det fordelaktig med tanke på HU-verdien at de ble vasket i rent vann. Resten av samspillene sees relativt tydelig på figuren, men p-verdien var høye, de er derfor ikke videre kommentert.

Tabell 5 presenterer p-verdiene for de signifikante hovedeffektene og samspillet mellom vaskevannets kvalitet og temperatur. Samspillet viste tendenser i materialet, til tross for at det ikke var signifikant. Derfor ble det valgt å ta det med i modellen.

Tabell 5: Presenterer P-verdien til samspillet, samt de tre signifikante faktorene som er av betydning for HU. Hovedfaktor eggtype er utelatt fordi at den ikke inngår i samspill og den heller ikke hadde signifikant hovedeffekt. Tabellen viser også konstantleddet og faktorenes innvirkning. Kvalitet S = skittent, Temp K = kaldt, Vasketid K = kort. Coef verdien er stigningstallet, SE Coef verdien er standardfeilen for Coef. S = standardavviket, R-Sq(adj) = R<sup>2</sup> forklarer hvor mye av variansen i HU som er forklart av modellen.

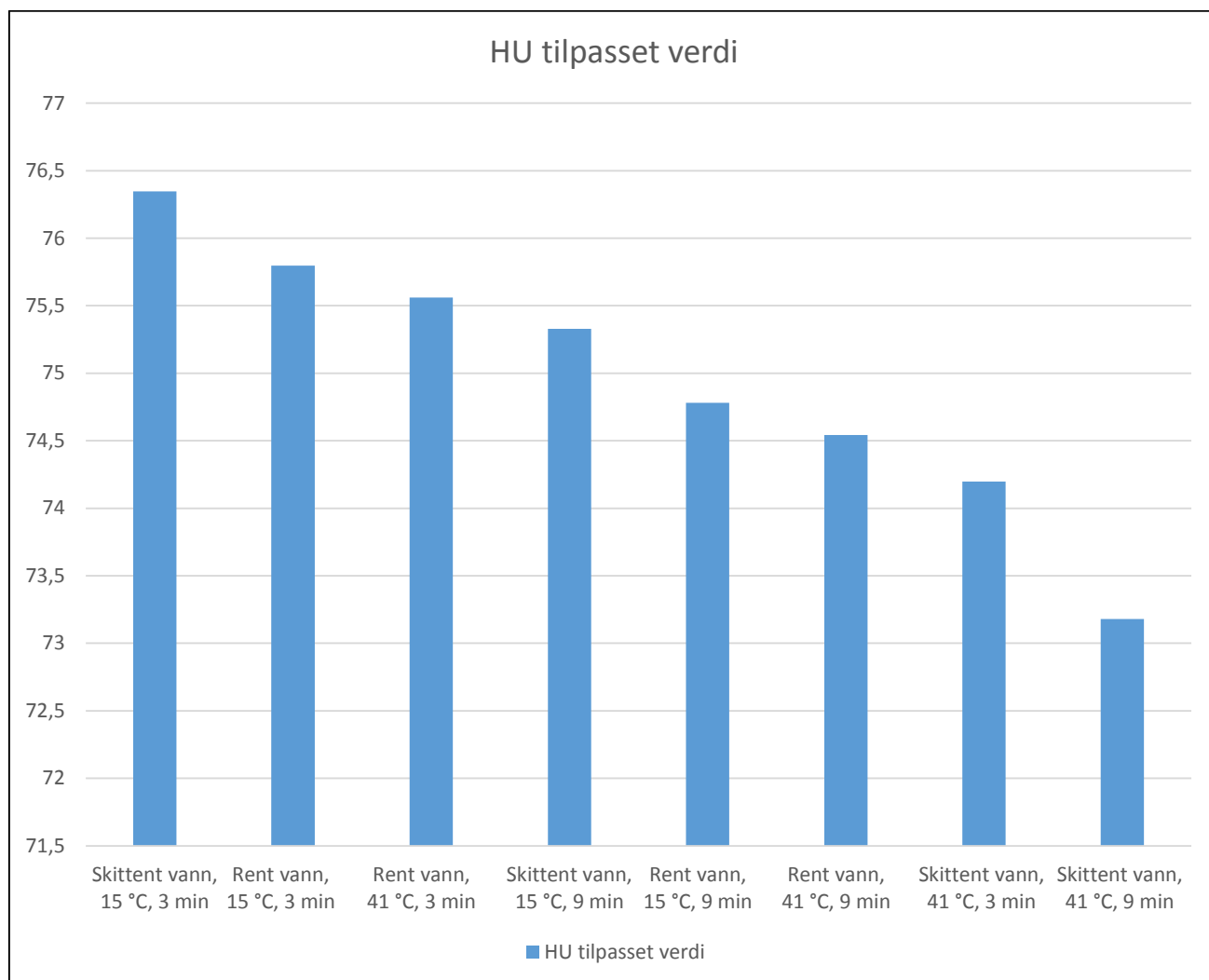
Faktor	P-verdi	Coef	SE Coef	T
Konstant	0,000	74,966	0,551	136,02
Lagringstid	0,000	-2,059	0,111	-18,58
Kvalitet (S)	0,511	-0,204	0,310	-0,66
Temp (K)	0,055	0,597	0,310	1,93
Vasketid (K)	0,101	0,509	0,310	1,64
Kvalitet * temp (S) (K)	0,124	0,478	0,310	1,54
Standardavvik og R <sup>2</sup>			S = 6,090	R-Sq(adj)= 47,34 %

Tabell 5 viser at lagringstiden, vanntemperaturen og vasketiden var signifikante på et ti-prosent signifikansnivå. Vannkvaliteten var ikke som enkeltfaktor signifikant på et ti-prosent signifikansnivå, men inngikk i samspill med vanntemperaturen. Samspillet ble tatt med på grunn av den relativt lave p-verdien. Coef (lagringstid) er det estimerte stigningstallet til linjen. Det ble estimert at HU sank gjennomsnittlig med 2.059 pr uke. SE Coef er standardfeilen for estimert effekt. T = Coef/SE Coef. S er det estimerte standardavviket til HU innad i en gruppe på 5 egg, et standardavvik på 6,090, var høyt og det gjenspeiler stor variasjon innad i hver av gruppene med 5 egg. R-Sq(adj) = 47,34 %, R<sup>2</sup> forklarer hvor mye av variansen i HU som var forklart av modellen.

Den estimerte linjen for kvalitet (S), temp (K), vasketid (K) og samspillet kvalitet (S) \*temp (K) = (74,966 -0,204 + 0,597 + 0,509 + 0,478) - 2,059 T = 76,346 - 2,059 T.

Se figur 27, hvor søyle nr. 1 er svaret i regnestykket over.

Figur 27 viser de tilpassede verdiene for HU. Grupper med ulik eggtype, men samme vaskeprosedyre oppnådde samme resultat.

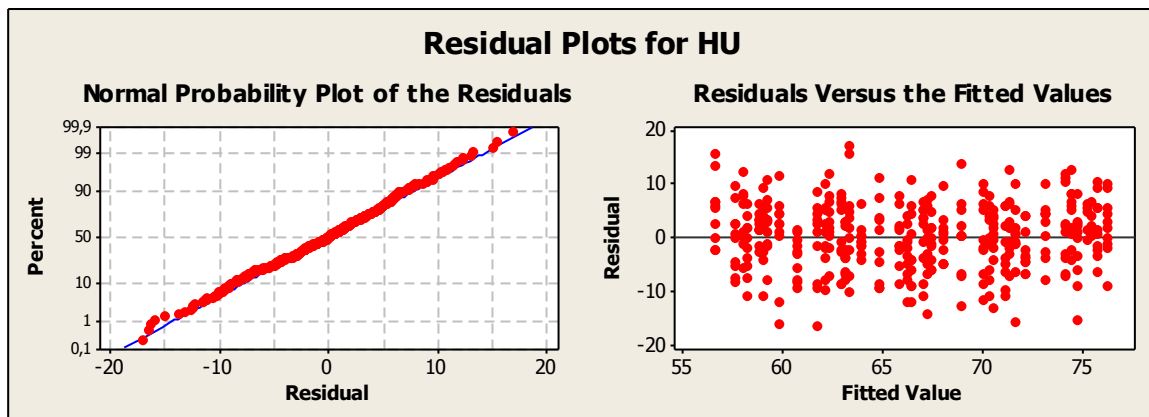


Figur 27: Den tilpassede HU verdien for tid 0. Ved lagring synker tilpasset HU med 2,059 for hver uke. HU verdiene er rangert fra høyest til lavest, og gruppene dermed fra høyest til lavest kvalitet med HU-verdien som kvalitetsmål.

Figur 27 viser at egg som ble vasket i skittent vann ved 15 °C i 3 minutter hadde den høyeste HU-verdien. Ikke langt bak kommer egg vasket i rent vann ved 15 °C og 41 °C i 3 minutter. Eggene som ble vasket i skittent vann ved 41 °C i 9 minutter hadde den laveste HU-verdien. Det observeres en tendens til at ved økende vasketid, sank HU-verdien i eggene.

## Modellkritikk

Modellkritikk plottet i figur 28 ble laget for å teste modellen, for å kunne konkludere om det var en god modell eller ikke.



Figur 28: Bilde til høyre i modellkritikk plotet viser at residualene er normalfordelt. Bilde til høyre har ingen systematikk, det er altså ikke utelatt viktige samspill eller faktorer fra modellen.

Bilde til venstre i figur 28 viser at residualene ligger på en nesten rett linje, og er da tilnærmet normalfordelt. Av bilde til høyre i figur 28, ser vi at residualene er tilfeldig fordelt utover slik at ingen mønster kan observeres. Det betyr at variansen synes å være tilnærmet lik i alle gruppene. Det observeres ingen tegn til ikke-linearitet, noe som ville vært åpenbart dersom viktige samspillseffekter hadde vært neglisjert. Disse to figurene viser at det ikke var vesentlige feil i antagelsene som ble gjort.

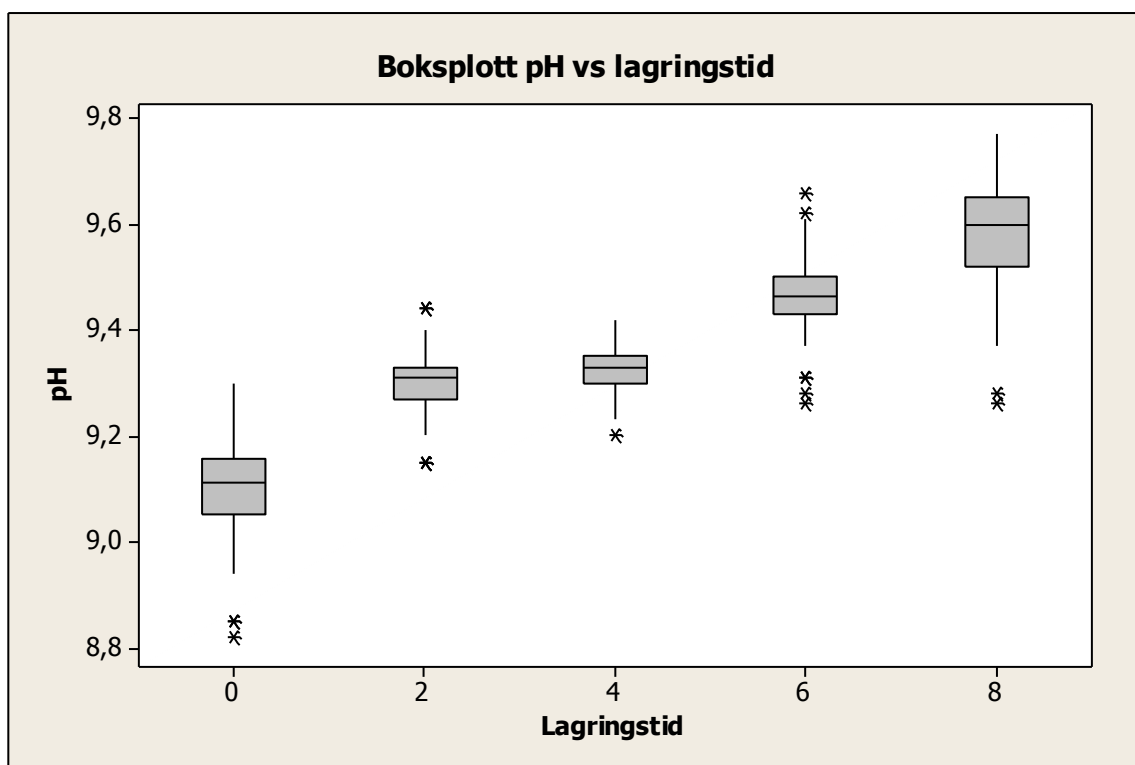
#### 4.4.2 pH

Modellen for de statistiske analysene finnes i kapittel 3.6.1 i materialer og metoder og bakgrunnsdata for tabeller og figurer i vedlegg 1.

Effektene er inkludert hvis de var signifikante på et 5 % signifikansnivå.

#### Effekt av lagringstid

Figur 29 viser et boksplokk hvor pH er plottet mot lagringstiden for å kunne se hvordan pH-verdien endret seg utover i lagringstiden. Dette er modellert lineært og uten samspill med de andre faktorene, dermed vil økningen i pH pr tidsenhet bli den samme for alle kombinasjonene.



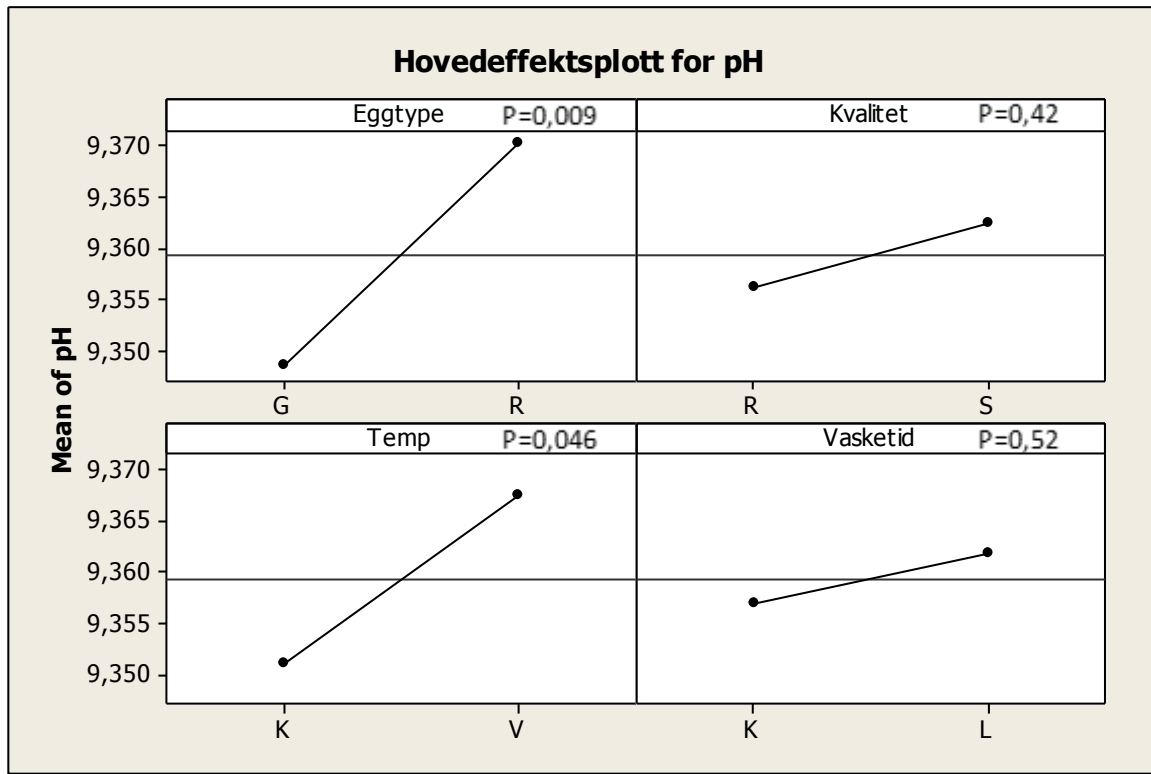
Figur 29: pH-verdien stiger som følge av lagringstiden. Effekten av tiden er signifikant med hensyn på pH. Observasjonene merket \* er outliers.

Det vises av figur 29 at pH-verdien i eggene økte utover i lagringstiden. Effekten av tiden var i høyeste grad signifikant med hensyn på pH ( $p = 0,000$ ). 50 % av observasjonene befinner seg inne i boksene i figuren. Boksene har ikke tilnærmet samme bredde, noe som kan indikere noe ulik varians. Streken i midten av boksen er medianen, den midterste observasjonen. Observerer man medianen over tid, ser man at det var en tilnærmet lineær sammenheng mellom HU og lagringstiden.

## Hovedeffektene

Hovedeffektsplottet i figur 30 viser hovedfaktorenes innvirkning på pH-verdien i eggene.

P-verdiene er hentet fra tabell 6.



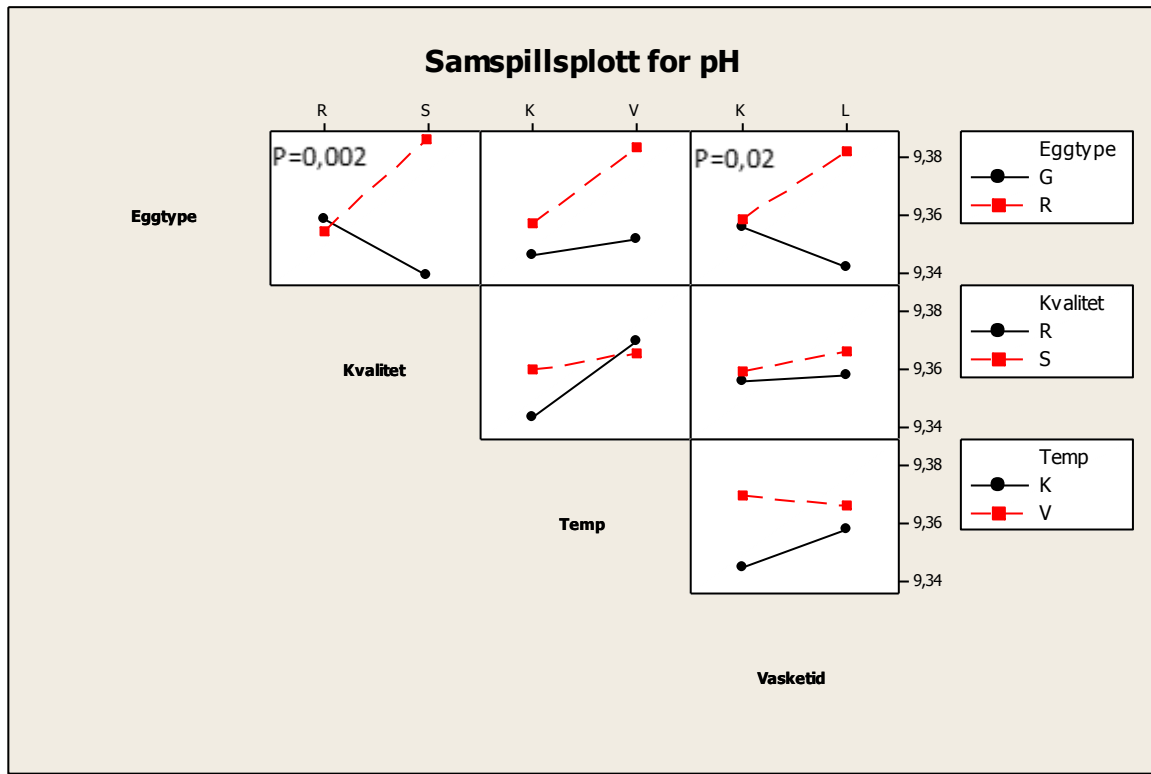
Figur 30: Hovedeffektplotet for pH viser viktigheten av den enkelte faktor uten samspill. Valg av eggtype og temperatur har innvirkning på pH. Vasketid og kvalitet har som enkeltfaktor mindre påvirkning. Eggtype G = gulvegg, R = redeegg. Kvalitet R = rent, S = skittent. Temp K = kaldt, V = varmt. Vasketid K = kort, L = lang.

Bildet oppe til venstre i figur 30 viser signifikant effekt av eggtype med hensyn på pH ( $p = 0,009$ ), det ble observert lavere pH i gulvegg fremfor redeegg. Bildet nede til venstre i figur 29 viser at vask i  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ga signifikant lavere pH, sammenlignet med vask av egg ved  $41\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $p = 0,046$ ). Til tross for signifikante resultater var endringen i pH liten. Bildet oppe til høyre viser at vaskevannskvaliteten ikke hadde signifikant betydning på pH-verdien i eggene ( $p = 0,420$ ). Bildet nede til høyre viser at vasketidens påvirkning på pH i egget ikke var signifikant ( $p = 0,519$ ). P-verdiene er vist i tabell 6. Figuren gir imidlertid ikke hele bilde på signifikans da vi ikke ser hvor stor variasjon det er på gjentakene.



## Samspillseffekter

I figur 31 vises alle to-faktorsamspillene med hensyn på pH. Signifikante p-verdier er hentet fra tabell 6.



Figur 31 SamspillsploTTet viser to-faktor samsillet mellom hovedfaktorene. Samsillet eggtype\*kvalitet ( $p=0,002$ ) og eggtype\*vasketid ( $p=0,02$ ) er signifikante. Eggtype G = gulvegg, R = redeegg. Kvalitet R = rent, S = skittent. Temp K = kaldt, V = varmt. Vasketid K = kort, L = lang. Signifikante verdier for samspillene er nevnt i figuren.

På bakgrunn av figuren ser det ut til at samspillene mellom eggtype og vannkvalitet, og eggtype og vasketid var signifikante med hensyn på pH. SamspillsploTTet for eggtype og kvalitet, viser at om egg ble vasket i rent vann var det likegyldig om det var redeegg eller gulvegg som ble vasket. Ble eggene derimot vasket i skittent vann burde gulvegg ha blitt vasket, for den minste økningen i pH-verdi i eggene. SamspillsploTTet for eggtype og vasketid viser at dersom eggene ble vasket i 3 minutter var det likegyldig om det ble vasket redeegg eller gulvegg. Ble det derimot vasket i 9 minutter var det gulveggene som hadde lavest pH-verdi. Variasjonen i pH-verdiene var små til tross for at de var signifikante. De resterende samspillene hadde en høy p-verdi og er derfor ikke videre kommentert.

Tabell 6 presenterer p-verdiene for de signifikante samspillene og hovedeffektene.

Tabell 6: P-verdiene til hovedfaktorene og de to signifikante samspillene som er av betydning for pH-verdien i egg. Viser konstantleddet og faktorenes innvirkning. Eggtype G = gulvegg, Kvalitet R = Rent, Temperatur K = kaldt, Vasketid K = kort. Coef verdien er stigningstallet, SE Coef verdien er standardfeilen for Coef. S = standardavviket, R-Sq(adj) = R<sup>2</sup> forklarer hvor mye av variasjonen i pH som er forklart i modellen

Faktor	P-verdi	Coef	SE Coef	T
Konstant	0,000	9,129	0,007	1267,35
Lagringstid	0,000	0,056	0,001	38,65
Eggtype (G)	0,009	-0,011	0,004	-1,62
Kvalitet (R)	0,420	-0,003	0,004	-0,81
Temperatur (K)	0,046	-0,008	0,004	-2,00
Vasketid (K)	0,519	-0,003	0,004	-0,64
Eggtype * Kvalitet (G) (R)	0,002	0,013	0,004	3,19
Eggtype * Vasketid (G) (K)	0,020	0,009	0,004	2,34
Standardavvik og R <sup>2</sup>			S = 0,079	R-Sq(adj) = 79,91 %

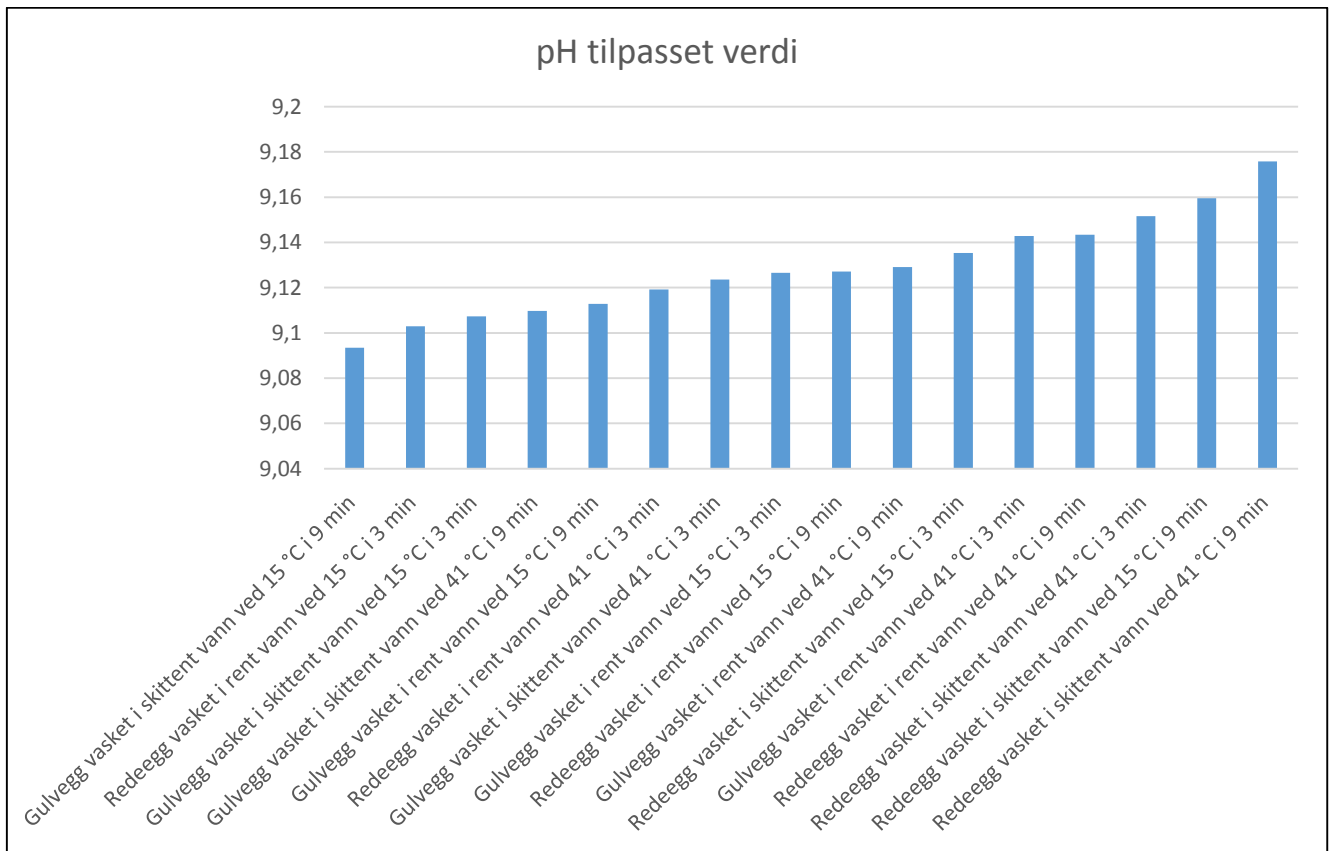
Tabell 6 viser at lagringstid, eggtype, vanntemperatur og samspillene eggtype og kvalitet, og eggtype og vasketid var signifikante på et fem-prosent nivå. Coef lagringstid er det estimerte stigningstallet til linjen. Coef verdien til lagringstiden var estimert til øke med 0,056 per uke. SE Coef er standardfeilen for estimert effekt. T = Coef/SE Coef. S er det estimerte standardavviket innad i en gruppe på 5 egg, et standardavvik på 0,079, er en lav verdi og gjenspeiler at det var liten variasjon innad i hver av gruppene med 5 egg. R-Sq(adj) = 79,91 %, R<sup>2</sup> forklarer hvor mye av variasjonen i pH som er forklart i modellen.

Den estimerte linjen for eggtype (G), kvalitet (R), temperatur (K), vasketid (K), samspillet eggtype (G)\*kvalitet(R) og eggtype (G)\*vasketid(K)

$$= (9,129 - 0,011 - 0,003 - 0,008 - 0,003 + 0,013 + 0,009) - 0,056 T = 9,126 - 0,056 T$$

Se figur 32, hvor søyle nr. 8 (gulvegg vasket i rent vann ved 15 °C i 3 min), er svaret i regnestykket over. Telt fra venstre mot høyre.

Figur 32 viser de tilpassede verdiene for pH. Disse verdiene fremkommer ved å bruke verdiene i tabell 6 til utregning, se eksempel på forrige side.

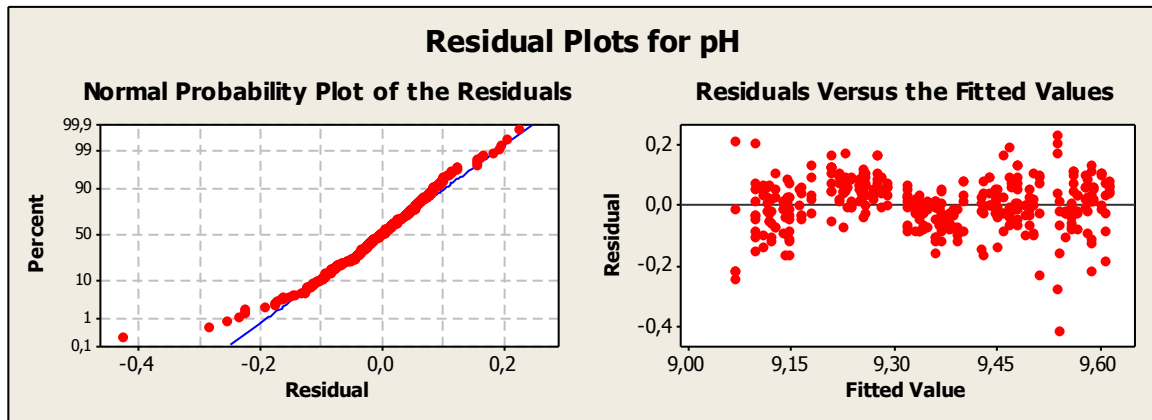


Figur 32: viser de tilpassede pH-verdiene, for tid 0. De er rangert fra lavest til høyest, og gruppene er dermed rangert fra høyest til lavest kvalitet med pH som kvalitetsmål. Tilpasset pH-verdien øker med 0,056 i gjennomsnitt per uke. pH-verdien er på y-aksen.

Figur 32 viser at det var gulvegg vasket i skittent vann ved 15 °C i 9 minutter som hadde lavest pH-verdi. Redeegg som har fått den samme behandlingen, hadde nest høyest pH-verdi. Redeegg vasket i rent vann ved 41 °C i 3 minutter, som er vasket slik bransjeretningslinjene tilsier at egg skal vaskes, havnet midt på. Det ble imidlertid observert svært små forskjeller i pH-verdien, mellom de ulike gruppene.

## Modellkritikk

Modellkritikk plottet i figur 33 ble laget for å teste modellen, for å kunne konkludere om det var en god modell eller ikke.



Figur 33: Bilde til venstre i figuren er residualene, de er tilnærmet normalfordelt. I bilde til høyre er det ingen systematikk, det er ikke utelatt viktige samspill eller faktorer i modellen

Bilde til venstre i figur 33 viser at residualene ligger på en tilnærmet rett linje, og dermed er de tilnærmet normalfordelt. Bilde til høyre i figur 33 viser at residualene er tilfeldig fordelt utover. Det betyr at variansen synes å være tilnærmet lik i alle gruppene. Det observeres ingen tegn til ikke-linearitet, noe som ville vært åpenbart dersom viktige samspillseffekter hadde vært sett bort fra. Disse to bildene i figur 33 viser at det ikke var vesentlige feil i antagelsene som ble gjort.

## 5. Diskusjon

### 5.1 Vaskevannet

Alkaliske vaskemidler, slik som Rotosan, kan hindre vekst av bakterier om pH-verdien er mellom 10 og 11. Det er derfor viktig å sikre at pH-verdien er høy nok ved riktig dosering av vaskemiddelet og ved å følge med på eventuelle endringer i pH under vask (Grahek 2000). pH-verdien var i dette forsøket hele tiden over 10, selv i bøttene hvor det var tilsatt møkkblanding. Dette kan ha en medvirkende årsak til at det ikke ble observert vesentlig endring i eggens indre kvalitet. Vaskemiddelet hadde evne til å opprettholde riktig pH selv i bøttene hvor det ble tilsatt møkkblanding, noe som vitner om at Rotosan har god bufferkapasitet og desinfeksjonsevne. Andreassen (2013) viste at Rotosan hadde relativt god evne til å redusere antall levende bakterier og at det hadde god bufferkapasitet. Det var nettopp derfor dette vaskemiddelet ble valgt til dette forsøket.

Temperaturen i bøttene endret seg under vask. Den falt under ønsket minimum på 38 °C, selv om ønsket temperatur var oppnådd før vaskestart. Fallet i temperatur var likevel ikke stort og det ser ikke ut til at det har påvirket den indre kvaliteten i eggene. Temperaturen i eggene ble målt til 20 °C ved vask, slik at ved et fall i vaskevannstemperaturen til 38 °C, var vaskevannet fortsatt varmere enn egget. Teorien sier at det er når temperaturen på vaskevannet blir lavere enn temperaturen på egget at det blir kritisk (Bagley & Hestetun 2013). Dette fordi innholdet i egget vil kunne trekke seg sammen, og dermed trekke vaskevannet inn gjennom porene i eggeskallet. Eggene vasket ved 15 °C, så imidlertid heller ikke ut til å være påvirket i negativ retning på grunn av vask i vann med en lavere temperatur enn eggene. Hutchison et al. (2006) gjorde et forsøk hvor egg ble varmet opp til ulike temperaturer før de ble senket ned i en vandig proteinløsning med blå farge, ved 15 °C i opptil 7 minutter. Det ble først observert opptak av proteinløsningen da den var 15 grader kaldere enn egget og egget var nedsenket i mer enn 3 minutter. I dette forsøket var vaskevannet bare 5 grader kaldere enn eggene. Dette kan ha vært årsaken til at vaskevannet ikke har trukket inn i eggene og det derfor ikke ble observert kvalitetsforringelser, som råtning. Det at temperaturen faller under vask er en svakhet hos bøttevaskeren, så at vasking ved lavere temperaturer enn 41 °C forekommer ute hos produsentene er helt sikkert. Det er allikevel viktig å formidle viktigheten av korrekt vask, og at produsentene tilstreber en så korrekt vask som mulig både når det gjelder, temperatur, lengde på vask og bruk av rent vann, skifte av vann, samt dosering av vaskemiddel.

De mikrobiologiske analysene av vaskevannet viste at bakterieantallet i bøttene hvor det ble tilsatt møkkblanding var betraktelig høyere i forhold til bøttene med rent vaskevann, noe som var forventet. Bakterietallet var også betraktelig høyere i bøttene tilsatt møkkblanding, etter vask av gulvegg sammenlignet med bøttene hvor det ble vasket redeegg. Dette kan henge sammen med vaskemiddelets desinfiserende egenskaper. Vaskemiddelet vil på et tidspunkt tape evnen til å bekjempe bakteriene i vaskevannet. Belastningen på vaskevannet tilsatt møkkblanding var allerede stor, så når de skitne eggene ble vasket økte bakterieantallet ytterligere. I bøttene med rent vann derimot var vaskemiddelets desinfiserende egenskaper fungerende, og den samme økningen ble ikke observert.

I bøttene hvor det ble vasket med rent vann, ble det observert flest bakterier ved 41 °C, det var også her det mest effektive vaskeresultatet ble oppnådd, med flest visuelt rene egg. Bakterieantallet som ble observert henger nok sammen med at bakteriene ble overført fra eggene til vaskevannet. Det ble observert mindre bakterievekst fra vaskevannet ved 15 °C, men flere skitne egg.

## **5.2 Ytre kvalitet**

Den ytre visuelle kvaliteten til redeeggene, så ikke ut til å bli forandret ved vask i rent vann. De var rene i utgangspunktet og de forble også rene etter vask. Ved vask av redeegg i skittent vann, var det to egg som ikke ble rene. Disse kan ha blitt skitne av vaskevannet. Om så var tilfellet er det lite gunstig å vaske egg i skittent vann. Et forsøk utført av Hutchison et al. (2006) viste at dersom naturlig rene egg ble vasket i skittent vann, økte antallet bakterier på skallet. Forsøket konkluderte med at vask i skittent vann ikke er å foretrekke (Hutchison et al. 2006).

Gulveggene i dette forsøket var skittene både før og etter vask. Nesten halvparten, 44 %, av gulveggene hadde skittflekker igjen etter vask i rent vann ved 15 °C i 3 minutter. Når vasketiden ble økt til 9 minutter, falt prosentandelen visuelt skitne egg til 24 %. Økte man i tillegg vasketemperaturen til 41 °C var det kun 12 % visuelt skitne egg igjen etter vask. Ved vask av gulvegg i skittent vann ble det observert en større andel skitne egg etter vask. Etter vask i skittent vann i 3 minutter ved 15 °C var hele 68 % av eggene fortsatt skitne. Vasketiden ble økt til 9 minutter, men fortsatt var det 44 % skitne egg etter vask. Dersom vasketemperaturen ble økt fra 15 °C til 41 °C, ble samme vaskeresultat oppnådd (44 % skitne egg) etter 3 minutters vasketid. Det vil si at det er tidsbesparende for produsenten å øke temperaturen på vaskevannet til 41 °C. Lund (1988) observerte også at varmt vann hadde en mye bedre vaskeeffekt enn kaldt

vann. Sinners sirkel belyser nettopp dette, blir en av de fire faktorene; tid, vaskemiddel, temperatur eller mekanisk behandling, satt ned må en eller flere av de andre økes. Som her da temperaturen var lav, trengtes det en lengre vasketid for å oppnå samme resultat. Når temperaturen økte til 41 °C kunne tiden settes ned til 3 minutter, og samme visuelle resultat ble oppnådd.

Det er forståelig at produsentene bruker en klut til å tørke over en del av eggene etter vask, da det ble observert mange gulvegg som ikke ble rene etter riktig vask. De eggene som ikke ble rene, var kanskje egg som i utgangspunktet ikke burde vært vasket, ut i fra definisjonen; egg som ikke blir rene etter 3 minutters vaskes, bør ikke vaskes. Det ryktes imidlertid at også slike egg blir vasket. For ikke å vaske eggene to ganger tørker produsentene over eggene med en klut etter vask, for å oppnå et rent resultat.

I følge Animalia et al. (u.å) kan en forlenget vasketid føre til flere egg med klinkskader. Dette så ikke ut til å være tilfellet i dette forsøket, da det ble observert flere klinkegg etter vask i 3 minutter sammenlignet med vask i 9 minutter. Det så derimot ut til at gulvegg var mer utsatt for klinkskader, da det ble observert totalt 27 gulvegg mot 6 redeegg med klinkskader.

### **5.3 Indre kvalitet**

Det var fire grupper hvor det ble utført mikrobiologiske analyser av eggehviten. Gruppe 3; Redeegg vasket i rent vann ved 41 °C i 3 minutter, gruppe 7; Gulvegg vasket i rent vann ved 41 °C i 3 minutter, gruppe 11; Redeegg vasket i skittent vann ved 15 °C i 9 minutter og gruppe 17; Gulvegg vasket i skittent vann ved 15 °C i 9 minutter. Det ble registrert vekst på enkelte av skålene ved de mikrobiologisk analyse av eggene. Veksten som ble registrert var tilsynelatende tilfeldig og opptrådte som oftest bare på en av to skåler. Slike tilfeller hvor vekst opptrer bare på en av to skåler blir ofte regnet som falske-positive resultater. Om miljøet arbeidet foregikk i tas i betraktning, er sannsynligheten stor for at veksten skyldes forurensninger fra miljøet og ikke fra selve egget. Om dette var tilfelle var det fem egg igjen, hvor veksten muligens kan relateres til kontaminering fra vaskeprosessen. Det var én skål fra hver av de fire gruppene som ble testet, og to fra gruppe 17 (Gulvegg vasket i skittent vann ved 15 °C i 9 minutter). Sett i sammenheng med de statistiske analysene med hensyn på pH, hvor gruppe 17 hadde lavest pH, så det ikke ut til at den eventuelle veksten har hatt nevneverdige påvirkninger på pH-verdien.

Resultatene viste at de ulike barrierene i egget, som skal forhindre horisontal forurensning med bakterier fungerte. Vaskevannet i enkelte av bøttene hadde et høyt innhold av bakterier, og det

ble benyttet en vaskemetode som ifølge teorien fører til undertrykk i egget og fare for at vaskevannet blir trukket inn i egget. Muligheten for bakteriell invasjon var til stede, men det ble ikke observert hverken råtne egg eller egg med avvikende lukt i dette forsøket.

Etter at vaskepraksisen for egg ble forbedret på 1970-tallet, ble det observert en tydelig nedgang i antall smittetilfeller av *Salmonella* fra avføring på eggeskallet (CDC 2010). Allikevel er tilfellene av Salmonellasmitte fra egg fortsatt høy i USA, og det er rimelig å tro at smitten skyldes transovarial smitteoverføring fra høna til egget under produksjonen av egget, og at horisontal smitte under vask er av liten betydning. I dette forsøket ble det ikke observert egg hvor bakterier fra vaskevannet så ut til å ha trengt inn i egget, selv ved vask i kaldt vann. Det skal imidlertid nevnes at vaskevannet i dette forsøket kun var 5 grader kaldere enn egget, samt at eggene ble tørket og lagret i henhold til anbefalingene i bransjeretningslinjene for egg (Animalia et al. 2011).

Eggeskallet og skallhinnene er barrierer som må forseres for at bakteriene skal komme seg inn i egget og kunne forårsake forringelse. Eggeskallet har 10-17 tusen porer med en diameter (15-56  $\mu\text{m}$ ), større enn de fleste bakterier (Hutchison et al. 2003). Til tross for dette ser det ut til at det er skader og svakheter i skallet som er inngangen for bakteriene og ikke porene. Videre må bakteriene passere skallhinnene som har antimikrobielle egenskaper, for å bryte denne barrieren må de være mange og de må ha evnen til å bryte ned skallhinnene (Nascimento 1992). Det kan se ut til at det er et samspill av flere faktorer som skal klaffe for at bakteriene skal komme seg inn i eggene og forårsake forringelse. Hvitens antimikrobielle egenskaper (nevnt i tabell 1 s. 6) og viskositet byr også på utfordringer for bakterienes overlevelse og forringelse av egget.

I denne oppgaven ble Haugh Unit brukt som mål på eggens indre kvalitet. Når egg blir lagret synker HU-verdien. Dette ses tydelig av boksplottet i figur 24 som viser endringen i HU over tid. Effekten av lagringstiden var signifikant med hensyn på HU. Effekten av hovedfaktorene på HU er oppsummert i figur 25, resultatene viser at verken eggtype (redeegg eller gulvegg), kvaliteten på vaskevannet (rent eller skittent), eller lengden på vasketiden (kort eller lang) hadde signifikant effekt på HU. Den eneste faktoren med signifikant betydning var temperaturen på vaskevannet. Forskjellene i HU var riktig nok små mellom egg vasket i kaldt og varmt vann, og begge gruppene havnet innenfor samme klassifisering, klasse A-egg. Det var like fullt en signifikant forskjell, hvor trenden var at vask av egg ved 15 °C ga en høyere HU-verdi i eggene enn vask ved 41 °C.



Vaskevannstemperaturen inngikk i samspill med vannkvalitet, dette var samspillet med den laveste p-verdien (figur 26). Ble eggene vasket i rent vann slik det står i bransjeretningslinjene, så det ikke ut til å ha betydning om eggene ble vasket ved 15 °C eller 41 °C. ble eggene derimot vasket i skittent vann så det ut til å være fordelaktig om eggene ble vasket ved 15 °C. Dette kan settes i sammenheng med temperaturoptimum for bakterier, som ofte ligger rundt 37 grader (Granum 2012). Og at det derfor ble observert en gunstig effekt av å vaske egg ved 15 °C, dersom vannet var skittent. Dette ville kanskje vært annerledes om temperaturforskjellen mellom eggene og vaskevannet var større.

I figur 27 som viser samspillseffekter av hovedfaktorene, ble det observert en tendens hvor økt vasketid (fra 3 til 9 minutter) ga lavere HU-verdi i eggene. Den forlengede vasketiden kan muligens ha skadet kutikula og/eller skallet og dermed ble det observert en tendens til at den indre kvaliteten ble endret noe. Det virket imidlertid ikke som om vaskevannet hadde trukket inn i egget. Dette kan komme av at skallhinnene var intakte. Det kan se ut til at skallhinnene har en viktig funksjon ettersom at ingen av eggene var forringet ved analyse, selv etter 8 ukers lagring. Det ble funnet klinkegg ved analyse, men alle skallhinnene var intakte. En teori er at det ikke er kutikula som er like essensiell som man tidligere har antatt, men at det er skallhinnene inne i egget som er essensielle når det kommer til beskyttelsen av egget og inntrengingen av vaskevann. Så lenge hinnene er intakte vil vannet kunne trekke inn gjennom porene eller svakheter i skallet, men vannet vil bli stoppet ved hinnene. Om prosedyren med riktig tørking og lagring av eggene så blir fulgt, vil eventuelt inntrengt vaskevann diffundere ut igjen, uten å gjøre ytterligere skade på egget. Eggene i dette forsøket ble tørket og lagret under riktige forhold.

Om det var gulvegg eller redeegg som ble vasket hadde ikke signifikant betydning med hensyn på HU-verdien til eggene. Det som imidlertid ble observert ved vask av gulvegg, spesielt i skittent og kaldt vann, var at eggene var vanskelig å få rene. Det var en stor andel av eggene som etter vask hadde skittflekker på skallet. Så til tross for at det ikke så ut til å påvirke den indre kvaliteten, ble den ytre kvaliteten påvirket. En del av eggene hadde mer skitt igjen på skallet enn det som er tillatt om egget skal klassifiseres som konsumegg, se plakaten i figur 2 på side 8 i teoridelen. Som forbruker ønsker en ikke å finne egg i eggekartongen hvor det er mye skitt på skallet.

Når alt dette er sagt så må det nevnes at det var svært mye støy i datasettet, og store variasjon i resultatene innad i samme gruppe med egg. Standardavviket på 6 var spredningen i HU for de 5 eggene som har fått nøyaktig samme behandling. Dette tyder på at det er mer som ligger bak

variasjonene i HU-verdien enn de fire ulike vaskeparameterne. Det kan være parameter som biologi, ernæring, alder på høna eller miljøet i hønsehuset.

pH-verdien i eggehviten ble målt i alle eggene og effekten av lagringstiden var i høyeste grad signifikant med hensyn på pH. Dette var også som forventet, da det er kjent at pH-verdien i eggehviten øker med lagringstiden, som følge av tap av CO<sub>2</sub> og vann (figur 29). Som følge av økning i pH ble hviten mindre viskøs, dette gjorde at den tapte høyde. Dette observeres i figur 24, hvor HU er plottet mot tid. Den økte pH-verdien ga en synkende HU-verdi.

Ved å se på hovedfaktorene var det valget av eggtype og temperatur på vaskevannet som hadde signifikant betydning på pH-verdien i eggehviten i dette forsøket. Det var også signifikante samspill mellom eggtype og vasketid og eggtype og vaskevannskvalitet. Dette er interessant da eggtype ikke i det hele tatt så ut til å ha betydning for HU-verdien i eggene. Det er verdt å merke seg at endringene i pH var svært små selv om de var signifikante. Det kan være en forklaring på hvorfor det ikke ble observert samsvar mellom resultatene for pH og HU, med hensyn på eggtype. Økningen i pH var 0,02 fra gulvegg til redeegg. Det er en så liten økning, at den lite trolig ga utslag på viskositeten til hviten og dermed HU-verdien.

Sees det nærmere på samspillet mellom eggtype og vannkvaliteten, ble det observert at om eggene ble vasket i rent vann, slik det er anbefalt, hadde det ingen betydning hvilke eggtype som ble vasket (redeegg eller gulvegg). Var vannet derimot skittent så det ut til å ha en mer uheldig effekt på redeeggene enn gulveggene. Samspillet mellom vasketid og eggtype viste at om eggene ble vasket i 3 minutter slik bransjeretningslinjene råder, var det likegyldig om det ble vasket redeegg eller gulvegg. Ble eggene vasket i 9 minutter var det imidlertid gulveggene som så ut til å klare denne påkjenningen best.

Når det gjaldt den indre kvalitet i eggene, ble det også observert visuelle endringer over tid. Membranen rundt plommen er i tillegg til å være en beskyttelse mot bakteriell inntrenging, med på å styrke plommen, slik at den ikke sprekker så lett ved håndtering. Plommemembranen blir under lagring svekket som følge av utvekslingen av vann mellom hviten og plommen (EFSA 2014). Det ble under analysene observert en økende tendens utover i lagringstiden at plommen lettere sprakk ved håndtering, dette kan komme som følge av svekkelser i plommemembranen. Noe som ville gitt eventuelle bakterier enklere tilgang til plommen.

## 6. Konklusjon

Teorien for forsøket var at egg vasket under ugunstige forhold ville ha en økt risiko for forringelse ved lagring. Det studien viste var at forlenget vasketid så ut til å redusere kvaliteten i egget, målt som HU, altså forholdet mellom eggets vekt og hvitens høyde. Det ble imidlertid ikke observert råtne egg i forsøket, slik det var ventet. Det ble observert en klar nedgang i antall tilfeller av råtne egg og *Salmonella* infiserte egg på 1970-tallet da rutinene rundt vasking av egg ble forbedret. Dette viser at riktig vask av egg er hensiktsmessig. I dette forsøket var vasken av enkelte egg veldig lite optimal, tørkingen og lagringen av alle eggene var imidlertid veldig optimal, og det har ikke ført til at eggene i forsøket råtnet.

Det er tydelig at det er et samspill mellom flere risikofaktorer som spiller inn når eggene råtner eller ikke. Viktige faktorer for å forhindre råtning kan blant annet se ut til å være tilstrekkelig opptørking av egget etter vask og korrekt lagring. Viftekapasiteten på dysevaskemaskinene er varierende, og ofte ikke optimal. Praksisen rundt tørking blir derfor ikke god nok, kombinert med at det nå brukes mye plastbrett kontra kartongbrett som tidligere. Gjør tørkingen av eggene til et kritisk punkt, som i samspill med andre risikofaktorer vil kunne være med å øke faren for forringelse av egget.

Egg i Norge er fri for *Salmonella* slik at lagring av egg i Norge er ikke forbundet med helsefare knyttet til vekst av *Salmonella* Enteritidis i egget. Kvalitetsforringelser i egget kan imidlertid forekomme om det rette samspillet av risikofaktorer er tilstede. Et slikt egg vil oppfattes uappetittlige og en forbruker ville ikke spise et slikt egg. Det er derfor liten eller ingen helsefare forbundet med å spise egg i Norge selv om eggene skulle gått ut på dato.

Denne studien støtter bransjeretningslinjene for egg som sier at rene redeegg ikke behøver å vaskes, og ved å vaske redeeggene i skittent vann, ble det sett tilfeller av at den ytre kvaliteten svekkes ved at skitt ble tilført skallet under vask. Vask i skittent vann er noe som skjer ute hos produsenter, og da er det ikke lønnsomt å vaske de rene redeeggene. Møkkete gulvegg er det hensiktsmessig å vaske, dette øker den ytre kvaliteten, og om forholdene før, under og etter vaskingen er optimale ser ikke den indre kvaliteten ut til å bli forringet som følge av vasking.

## 7. Fremtidig arbeid

I denne oppgaven ble det vasket svært skitne gulvegg og rene redeegg under varierende forhold. Bransjeretningslinjene for egg ble brukt som definisjon på riktig vask, og vask i kaldt og skittent vann med en forlenget vasketid som definisjon på ugunstig vask. Dette med håp om å se råtning hos eggene som ble vasket under ugunstige forhold. Det ser imidlertid ut til at den ugunstige vasken som ble utført i dette forsøket alene ikke er grunnen til at egg råtner. Det ser ut til at det er et samspill mellom flere faktorer og ved fremtidig arbeid bør flere faktorer belyses. Dette kan være faktorer som blant annet alderen på høna, skallkvaliteten til egget og miljøet i hønsehuset.

Opptørking av egget etter vask og lagring er to av faktorene som kan se ut til å øke risikoen for om egget råtner under lagring eller ei. Som følge av dette forsøket er det allerede satt i gang et nytt forsøk. Dette forsøket går på egg fra gamle høner, hvor fire brett med egg ble vasket i 30 °C og fire brett ved 40 °C, hvor to brett fikk tørke før de ble satt på kjøll, mens de to andre ble satt direkte på kjøll uten gunstig opptørking først. Det er kjent at skallkvaliteten på egget går ned når hønene blir gamle. Forsøk hvor også ulike lagringsbetingelsene blir utprøvd, kunne vært interessant.

Temperaturforskjellen på eggene og det kalde vannet i dette forsøket var kun 5 grader, det er vist i et forsøk av Hutchison et al. (2006) at temperaturforskjellen mellom egget og vaskevannet måtte være oppe i 15 grader før det ble observert inntrenging av vaskevann i egget. Dette kunne vært interessant om ble fremprovoseres i senere forsøk.

Hvorfor egg råtner er tydelig mer komplekst enn det vi har undersøkt. Det ser ut til at vask under ugunstige forhold kan gå bra, men det kan også gå dårlig og råtne egg vil oppstå. Det er usikkerhet rundt hvor omfattende problemet med at egg råtner er, mye kan tyde på at det er en liten prosent andel av flere tusen egg som vaskes hver dag, som råtner. Antall egg som ble vasket i dette forsøket er også en svært liten andel sett i forhold til mengden egg som vaskes hver dag. Alle faktorene som ser ut til å skulle klaffe for å oppnå råtne egg, ble ikke oppnådd, med ugunstig vask i dette forsøket.

## 8. Referanser

- Andreassen, V. (2013). *Vasking av konsumegg: effekt av vaskemetode og vaskemiddel på eggkvalitet*. Masteroppgave Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet Instituttet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap 81 s.
- Animalia, Nortura & KLF. (2011). Den norske kjøtt- og fjørfebransjens retningslinjer for egg
- Animalia, Nortura & KLF. (u.å). Egg - et unikt næringsmiddel - hvordan opprettholde kvaliteten
- Bagley, M. F. (2008). Valg av innredning og driftsform i eggproduksjon *Columbiegg*, 5.
- Bagley, M. F. (2010). Riktig vask av egg *Columbiegg* (9).
- Bagley, M. F. & Hestetun, H. (2013). Øydelegg ikkje eit godt produkt med feil vasking! *Columbiegg*.
- Beyer, R. S. (2005). Factors affecting egg quality. *Kansas State University*.
- Brant, A. & Starr, P. B. (1962). Some physical factors related to egg spoilage. *Poultry science*, 41 (5): 1468-1473.
- CDC. (2010). *Salmonella Serotype Enteritidis* Centers for disease control and prevention. USA Centers for disease control and prevention. Tilgjengelig fra: [http://www.cdc.gov/nczved/divisions/dfbmd/diseases/salmonella\\_enteritidis/](http://www.cdc.gov/nczved/divisions/dfbmd/diseases/salmonella_enteritidis/) (lest 08.10.2015).
- DAW Enterprises Ltd. (u.å). Brukerinformasjon for rotosan eggvaskepulver. *DAW Enterprises Ltd, Unit 6 Emerald Way, Stone Business Park, Stone, Staffordshire ST15 0SR, England*,.
- Dyrevernalliansen. (2015). *Fakta om høner og eggproduksjon* Dyrevernalliansen Tilgjengelig fra: [http://www.dyrevern.no/resources/files/Fakta\\_verpehone\\_2015.pdf](http://www.dyrevern.no/resources/files/Fakta_verpehone_2015.pdf) (lest 20.09.15).
- EFSA. (2005). Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the request from the Commission related to the Microbiological Risks on Washing of Table Eggs. *EFSA Journal*: 39.
- EFSA, B. P. (2014). Scientific Opinion on the public health risks of table eggs due to deterioration and development of pathogens. *EFSA Journal*, 12 (7: 3782): 1-147.
- Egg quality guide (u.å). *MAFF Publications, Admail 6000, London SW 1A 2XX*. London 36 s.
- Grahek, D. (2000). Reingjøring og vasking av egg. *Matforsk*

- Granum, P. E. (2011). *Industrielt renhold*. 1. utg. Oslo: Norges veterinærhøgskole. 50 s.
- Granum, P. E. (red.). (2012). *Matforgiftning - Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner* 3. utg. Kristiansand Høyskoleforlaget AS. 117-135 s.
- Haines, R. & Moran, T. (1940). Porosity of, and bacterial invasion through, the shell of the hen's egg. *Journal of Hygiene*, 40 (04): 453-461.
- Haugh, R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality.
- Heath, J. L. (1977). Chemical and related osmotic changes in egg albumen during storage. *Poultry Science*, 56 (3): 822-828.
- Heier, B. T., Lange, H., Hauge, K. & Hofshagen, M. (2015). Zoonoserapporten 2014 *Veterinærinstituttet*.
- Hutchison, M., Gittins, J., Walker, A., Moore, A., Burton, C. & Sparks, N. (2003). Washing table eggs: a review of the scientific and engineering issues. *World's poultry science journal*, 59 (02): 233-248.
- Hutchison, M., Walters, L., Gittins, J., Drysdale, L. & Sparks, N. (2006). Egg washing using small-scale bucket washer. *World's poultry science journal*, 62 (02): 259-267.
- Jore, S., Lange, H., Nygård, K., Herrador, B., G., Johansen, K., S., Doa, P., Brandal, L., T., Kapperud, G. & Vold, L. (2015). Årsrapport mat- og vannbårne infeksjoner i 2014. Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS). *Folkehelseinstituttet* 54.
- K. De Reu, L. Herman, Heyndrickx, M. & Dewaele, I. (2015). *Risks of spoilage and Salmonella contamination of table eggs*. Lohmann Tierzucht Tilgjengelig fra: [http://www.ltz.de/en/news/lohmann-information/2.De-Reu\\_Risks-of-spoilage-and-Salmonella-contamination-of-table-eggs\\_2\\_2015.php](http://www.ltz.de/en/news/lohmann-information/2.De-Reu_Risks-of-spoilage-and-Salmonella-contamination-of-table-eggs_2_2015.php) (lest 9.12.2015).
- Kjøttets tilstand. (2015). I: Animalia (red.). Oslo
- Kramer, A. (1951). *What is quality and how can it be measured: From a food technology point of view*. Market demand and product quality. Mktg. Res. Workshop Rept., Michigan State College.
- Leclair, K., Heggart, H., Oggel, M., Bartlett, F. & McKellar, R. (1994). Modelling the inactivation of *Listeria Monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium* in simulated egg wash water. *Food microbiology*, 11 (4): 345-353.
- Li-Chan, E. C., Powrie, W. D. & Nakai, S. (1995). The chemistry of eggs and egg products. *Egg science and technology*, 4: 105-75.

- Lund, S. (1988). Virkningen av vasking på eggkvaliteten *Norges Landbrukshøyskole* 187-197.
- Lyngvær, K. (u.å). *Tall og fakta om egg*. Opplysningskontoret for egg og kjøtt Tilgjengelig fra: <http://ndla.no/nb/node/8517?fag=56&meny=1135> (lest 16.09.15).
- Moats, W. (1978). Egg washing-a review. *Journal of Food Protection*®, 41 (11): 919-925.
- Nascimento, V. P. d. (1992). *The ease of translocation of Salmonella Enteritidis through the eggshell wall: an immunocytochemical/ultrastructural study*: University of Glasgow.
- Nortura. (u.å). *Eggproduksjon i Norge* Tilgjengelig fra: <http://www.nortura.no/naturlig-kvalitet-fra-norske-bonder/eggproduksjon/> (lest 4.12.2015).
- Ovoshine. (u.å). *Prosjektsammendrag* Tilgjengelig fra: <http://ovoshine.eu/no/> (lest 23.09.15).
- Prior. (u.å). *Eggets betydning, næringsinnhold* Prior Tilgjengelig fra: <http://www.prior.no/artikler-viten/fakta-om-egg/eggets-betydning/naeringsinnhold/> (lest 25.09.2015).
- Sharp, P. F. & Powell, C. K. (1931). Increase in the pH of the white and yolk of hens' eggs. *Industrial & Engineering Chemistry*, 23 (2): 196-199.
- Suppakul, P., Jutakorn, K. & Bangchokedee, Y. (2010). Efficacy of cellulose-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs. *Journal of Food Engineering*, 98 (2): 207-213.
- Svenska ägg. (u.å). *Äggets anatomi* Svenska ägg: Svenska ägg. Tilgjengelig fra: <http://www.svenskaagg.se/?p=19878&m=3624> (lest 23.09.15).
- The Poultry Site. (u.å). *Optimum egg quality, internal and external egg quality* Tilgjengelig fra: <http://www.thepoultrysite.com/publications/1/egg-quality-handbook/5/internal-and-external-egg-quality/> (lest 20.09.15).
- Veterinærinstituttet. (2008). *Hva spiser fjørfe?* . I: Veterinærinstituttet (red.): matportalen.no. Tilgjengelig fra: [http://www.matportalen.no/matvaregrupper/tema/fjorfe\\_og\\_kjott/hva\\_spiser\\_fjorfe](http://www.matportalen.no/matvaregrupper/tema/fjorfe_og_kjott/hva_spiser_fjorfe) (lest 27.11.2015).
- Wesley, R. & Beane, W. (1967). *Effect of various wash water and internal egg temperatures on number of thermal checks of oiled and unoiled eggs*. Poultry science: Poltry science assoc inc 1111 north Dunlap, ave, Savoy, IL 61874. 1336-& s.
- Åbro, A. (2009). *Eggeskall* Store norske leksikon Tilgjengelig fra: <https://snl.no/eggeskall> (lest 30.08.2015).

## 9. Vedlegg

### Vedlegg 1. Rådata fra kjøring i Minitab

#### General Linear Model: HU versus Eggtype; Kvalitet; Temp; Vasketid

Factor	Type	Levels	Values
Eggtype	fixed	2	G; R
Kvalitet	fixed	2	R; S
Temp	fixed	2	K; V
Vasketid	fixed	2	K; L

Analysis of Variance for HU, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tid	1	12737,2	12736,8	12736,8	341,88	0,000
Eggtype	1	1,3	0,9	0,9	0,03	0,874
Kvalitet	1	16,6	15,4	15,4	0,41	0,521
Temp	1	145,3	139,4	139,4	3,74	0,054
Vasketid	1	100,4	98,4	98,4	2,64	0,105
Eggtype*Kvalitet	1	44,5	38,8	38,8	1,04	0,308
Eggtype*Temp	1	35,0	37,9	37,9	1,02	0,314
Eggtype*Vasketid	1	15,1	16,0	16,0	0,43	0,513
Kvalitet*Temp	1	88,7	88,3	88,3	2,37	0,125
Kvalitet*Vasketid	1	32,2	29,9	29,9	0,80	0,371
Temp*Vasketid	1	32,8	32,8	32,8	0,88	0,349
Error	376	14007,8	14007,8	37,3		
Total	387	27256,9				

S = 6,10368    R-Sq = 48,61%    R-Sq(adj) = 47,10%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	74,9690	0,5547	135,14	0,000
Tid	-2,0589	0,1114	-18,49	0,000
Eggtype				
G	0,0494	0,3103	0,16	0,874
Kvalitet				
R	0,1996	0,3104	0,64	0,521
Temp				
K	0,6004	0,3104	1,93	0,054
Vasketid				
K	0,5046	0,3104	1,63	0,105
Eggtype*Kvalitet				
G    R	-0,3167	0,3105	-1,02	0,308
Eggtype*Temp				
G    K	-0,3133	0,3105	-1,01	0,314
Eggtype*Vasketid				
G    K	0,2033	0,3105	0,65	0,513
Kvalitet*Temp				
R    K	-0,4785	0,3108	-1,54	0,125
Kvalitet*Vasketid				
R    K	0,2785	0,3108	0,90	0,371
Temp*Vasketid				
K    K	0,2915	0,3108	0,94	0,349

Unusual Observations for HU

Obs	HU	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
9	59,0000	74,9998	1,1195	-15,9998	-2,67 R
35	87,0000	74,3979	1,1073	12,6021	2,10 R
50	86,0000	72,7425	1,1124	13,2575	2,21 R
54	85,0000	72,7425	1,1124	12,2575	2,04 R



93	84,0000	71,1712	1,1100	12,8288	2,14	R
104	55,5000	71,8701	1,0388	-16,3701	-2,72	R
108	57,0000	69,3143	1,0350	-12,3143	-2,05	R
138	56,0000	69,1620	1,0477	-13,1620	-2,19	R
149	82,5000	70,1143	1,0350	12,3857	2,06	R
172	52,5000	67,0534	1,0775	-14,5534	-2,42	R
197	54,0000	66,1623	1,0156	-12,1623	-2,02	R
261	79,0000	63,6345	1,0406	15,3655	2,55	R
264	80,5000	63,6345	1,0406	16,8655	2,80	R
302	45,0000	62,1545	1,0406	-17,1545	-2,85	R
356	70,0000	57,9267	1,1106	12,0733	2,01	R
363	47,5000	59,6387	1,1073	-12,1387	-2,02	R
375	70,0000	56,8087	1,1073	13,1913	2,20	R
388	72,0000	57,7610	1,1132	14,2390	2,37	R
392	43,5000	60,1510	1,1132	-16,6510	-2,77	R

R denotes an observation with a large standardized residual.

## General Linear Model: HU versus Kvalitet; Temp; Vasketid Eggtype og samspill med høy-p verdi er utelatt

Factor	Type	Levels	Values
Kvalitet	fixed	2	R; S
Temp	fixed	2	K; V
Vasketid	fixed	2	K; L

Analysis of Variance for HU, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tid	1	12737,2	12803,8	12803,8	345,19	0,000
Kvalitet	1	16,5	16,0	16,0	0,43	0,511
Temp	1	145,5	137,8	137,8	3,72	0,055
Vasketid	1	100,1	100,1	100,1	2,70	0,101
Kvalitet*Temp	1	88,3	88,3	88,3	2,38	0,124
Error	382	14169,2	14169,2	37,1		
Total	387	27256,9				

S = 6,09034    R-Sq = 48,02%    R-Sq(adj) = 47,34%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	74,9666	0,5511	136,02	0,000
Tid	-2,0585	0,1108	-18,58	0,000
Kvalitet				
R	0,2035	0,3095	0,66	0,511
Temp				
K	0,5965	0,3095	1,93	0,055
Vasketid				
K	0,5085	0,3095	1,64	0,101
Kvalitet*Temp				
R	-0,4777	0,3096	-1,54	0,124

Unusual Observations for HU

Obs	HU	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
9	59,0000	74,7804	0,8143	-15,7804	-2,61 R
35	87,0000	74,5428	0,8358	12,4572	2,06 R
93	84,0000	71,4428	0,7512	12,5572	2,08 R
104	55,5000	71,6804	0,7182	-16,1804	-2,68 R
108	57,0000	70,6635	0,7182	-13,6635	-2,26 R
138	56,0000	69,0635	0,7182	-13,0635	-2,16 R

149	82,5000	69,0635	0,7182	13,4365	2,22	R
172	52,5000	67,3259	0,7097	-14,8259	-2,45	R
189	54,0000	66,5465	0,6832	-12,5465	-2,07	R
197	54,0000	66,3090	0,6923	-12,3090	-2,03	R
261	79,0000	63,4465	0,7182	15,5535	2,57	R
264	80,5000	63,4465	0,7182	17,0535	2,82	R
302	45,0000	61,8465	0,7182	-16,8465	-2,79	R
363	47,5000	59,8782	0,8079	-12,3782	-2,05	R
375	70,0000	56,7127	0,8143	13,2873	2,20	R
388	72,0000	56,7127	0,8143	15,2873	2,53	R
392	43,5000	59,8782	0,8079	-16,3782	-2,71	R

R denotes an observation with a large standardized residual.

## General Linear Model: pH versus Eggtype; Kvalitet; Temp; Vasketid

Factor	Type	Levels	Values
Eggtype	fixed	2	G; R
Kvalitet	fixed	2	R; S
Temp	fixed	2	K; V
Vasketid	fixed	2	K; L

Analysis of Variance for pH, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tid	1	9,50949	9,35022	9,35022	1483,09	0,000
Eggtype	1	0,04371	0,04538	0,04538	7,20	0,008
Kvalitet	1	0,00374	0,00373	0,00373	0,59	0,442
Temp	1	0,02893	0,02590	0,02590	4,11	0,043
Vasketid	1	0,00191	0,00227	0,00227	0,36	0,549
Eggtype*Kvalitet	1	0,06116	0,06293	0,06293	9,98	0,002
Eggtype*Temp	1	0,01146	0,01020	0,01020	1,62	0,204
Eggtype*Vasketid	1	0,03345	0,03386	0,03386	5,37	0,021
Kvalitet*Temp	1	0,00982	0,01059	0,01059	1,68	0,196
Kvalitet*Vasketid	1	0,00056	0,00073	0,00073	0,12	0,734
Temp*Vasketid	1	0,00723	0,00723	0,00723	1,15	0,285
Error	373	2,35160	2,35160	0,00630		
Total	384	12,06305				

S = 0,0794013    R-Sq = 80,51%    R-Sq(adj) = 79,93%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	9,12953	0,00723	1263,01	0,000
Tid	0,056066	0,001456	38,51	0,000
Eggtype				
G	-0,010870	0,004052	-2,68	0,008
Kvalitet				
R	-0,003118	0,004054	-0,77	0,442
Temp				
K	-0,008216	0,004054	-2,03	0,043
Vasketid				
K	-0,002431	0,004053	-0,60	0,549
Eggtype*Kvalitet				
G     R	0,012808	0,004054	3,16	0,002
Eggtype*Temp				
G     K	0,005158	0,004054	1,27	0,204
Eggtype*Vasketid				
G     K	0,009396	0,004054	2,32	0,021
Kvalitet*Temp				
R     K	-0,005258	0,004057	-1,30	0,196
Kvalitet*Vasketid				
R     K	0,001379	0,004059	0,34	0,734
Temp*Vasketid				

K K -0,004345 0,004058 -1,07 0,285

Unusual Observations for pH

Obs	pH	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	9,28000	9,09105	0,01453	0,18895	2,42 R
2	8,82000	9,09105	0,01453	-0,27105	-3,47 R
3	8,85000	9,09105	0,01453	-0,24105	-3,09 R
4	8,85000	9,09105	0,01453	-0,24105	-3,09 R
30	8,97000	9,14936	0,01521	-0,17936	-2,30 R
36	9,30000	9,12398	0,01456	0,17602	2,26 R
50	8,98000	9,15558	0,01450	-0,17558	-2,25 R
75	8,94000	9,10993	0,01488	-0,16993	-2,18 R
141	9,40000	9,22883	0,01355	0,17117	2,19 R
247	9,62000	9,45703	0,01354	0,16297	2,08 R
262	9,66000	9,46043	0,01354	0,19957	2,55 R
275	9,26000	9,46037	0,01376	-0,20037	-2,56 R
317	9,28000	9,44632	0,01377	-0,16632	-2,13 R
320	9,28000	9,53957	0,01446	-0,25957	-3,32 R
355	9,38000	9,57250	0,01469	-0,19250	-2,47 R
370	9,37000	9,60411	0,01447	-0,23411	-3,00 R
378	9,42000	9,62183	0,01440	-0,20183	-2,58 R
395	9,26000	9,55845	0,01459	-0,29845	-3,82 R
398	9,77000	9,55845	0,01459	0,21155	2,71 R
399	9,74000	9,55845	0,01459	0,18155	2,33 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

## General Linear Model: pH versus Eggtype; Kvalitet; Temp; Vasketid Sampspill med høy-p verdi er utelatt

Factor	Type	Levels	Values
Eggtype	fixed	2	G; R
Kvalitet	fixed	2	R; S
Temp	fixed	2	K; V
Vasketid	fixed	2	K; L

Analysis of Variance for pH, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tid	1	9,5095	9,4306	9,4306	1494,18	0,000
Eggtype	1	0,0437	0,0432	0,0432	6,84	0,009
Kvalitet	1	0,0037	0,0041	0,0041	0,65	0,420
Temp	1	0,0289	0,0253	0,0253	4,02	0,046
Vasketid	1	0,0019	0,0026	0,0026	0,42	0,519
Eggtype*Kvalitet	1	0,0612	0,0643	0,0643	10,19	0,002
Eggtype*Vasketid	1	0,0346	0,0346	0,0346	5,49	0,020
Error	377	2,3795	2,3795	0,0063		
Total	384	12,0631				

S = 0,0794456 R-Sq = 80,27% R-Sq(adj) = 79,91%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	9,12879	0,00720	1267,35	0,000
Tid	0,056169	0,001453	38,65	0,000
Eggtype				
G	-0,010597	0,004051	-2,62	0,009
Kvalitet				
R	-0,003272	0,004055	-0,81	0,420
Temp				
K	-0,008127	0,004055	-2,00	0,046

Vasketid					
K		-0,002614	0,004054	-0,64	0,519
Eggtype*Kvalitet					
G	R	0,012941	0,004053	3,19	0,002
Eggtype*Vasketid					
G	K	0,009499	0,004054	2,34	0,020

Unusual Observations for pH

Obs	pH	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	9,28000	9,10294	0,01231	0,17706	2,26 R
2	8,82000	9,10294	0,01231	-0,28294	-3,60 R
3	8,85000	9,10294	0,01231	-0,25294	-3,22 R
4	8,85000	9,10294	0,01231	-0,25294	-3,22 R
30	8,97000	9,14288	0,01230	-0,17288	-2,20 R
36	9,30000	9,12911	0,01216	0,17089	2,18 R
50	8,98000	9,15162	0,01223	-0,17162	-2,19 R
141	9,40000	9,23588	0,01101	0,16412	2,09 R
262	9,66000	9,46364	0,01100	0,19636	2,50 R
275	9,26000	9,46612	0,01107	-0,20612	-2,62 R
320	9,28000	9,55229	0,01220	-0,27229	-3,47 R
355	9,38000	9,57846	0,01216	-0,19846	-2,53 R
370	9,37000	9,60097	0,01199	-0,23097	-2,94 R
378	9,42000	9,62519	0,01208	-0,20519	-2,61 R
395	9,26000	9,54287	0,01221	-0,28287	-3,60 R
396	9,71000	9,54287	0,01221	0,16713	2,13 R
398	9,77000	9,54287	0,01221	0,22713	2,89 R
399	9,74000	9,54287	0,01221	0,19713	2,51 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

## Vedlegg 2. Egganalyseren, kalibreringen for vektanalysen

### *Egg Analyzer – Weight Calibration Procedure*

#### 1. Introduction

The weighting system contains precise and sensitive load cell.

This load cell requires calibration from time to time.

To perform the weight calibration you should have the followings items:

Calibrated weights (100, 50 gr)

#### Note

Only authorized staff can perform the calibration procedure.

Read the entire manual prior to proceeding with the calibration process.

#### Note

The Weight calibration should be checked at least once a month and after long transportation.

The calibration procedure includes the following steps:

- Press the **WEIGHT+RESULTS** buttons simultaneously and turn ON the unit in order to enter the calibration mode.
- Follow the guiding instructions as appears on the LCD screen.

#### 2. Weight Calibration

Once entering the calibration process the opening message

**“Empty weight and press START”**

is appeared.

Empty the weight and press **START** button to begin the weight calibration

LCD will present the message –

**“Weight status is....”**

Wait until the unit is stabilized and the following message is appeared:

**“Apply 100g on weight and press START”**

Place calibrated 100 gr. on the weight and press **START**.

Wait until the Unit finished the weight calibration, a message will pop-up:

**“Calibration test**

**To exit calibration press START**

**Weight 100.0g. 0.22lb”**

Weight calibration is ended.

Press **START** button to exit the calibration mode.

Wait until the main screen is appear (this might take some time).

Turn the unit **Off** and **On** again to begin working with the Unit.

### **Vedlegg 3. Tillaging av Ringers Løsning**

#### **Ringer's Solution pH 7.3-7.4**

7.2 g Natriumklorid - NaCl

0.37 g Kalsiumklorid - KCl

0.17 g Kaliumklorid - CaCl<sub>2</sub>

1. Løs opp stoffene i destillert vann
2. Tilsett vann, slik at volumet blir 1 L
3. Juster pH til 7.3-7.4





Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)