



Svenskproducerad proteinråvara till slaktkyckling

En komparativ studie av nutida produktion i form
av produktionskalkyl

Gustaf Knutsson

Examensarbete/Självständigt arbete • 30 hp

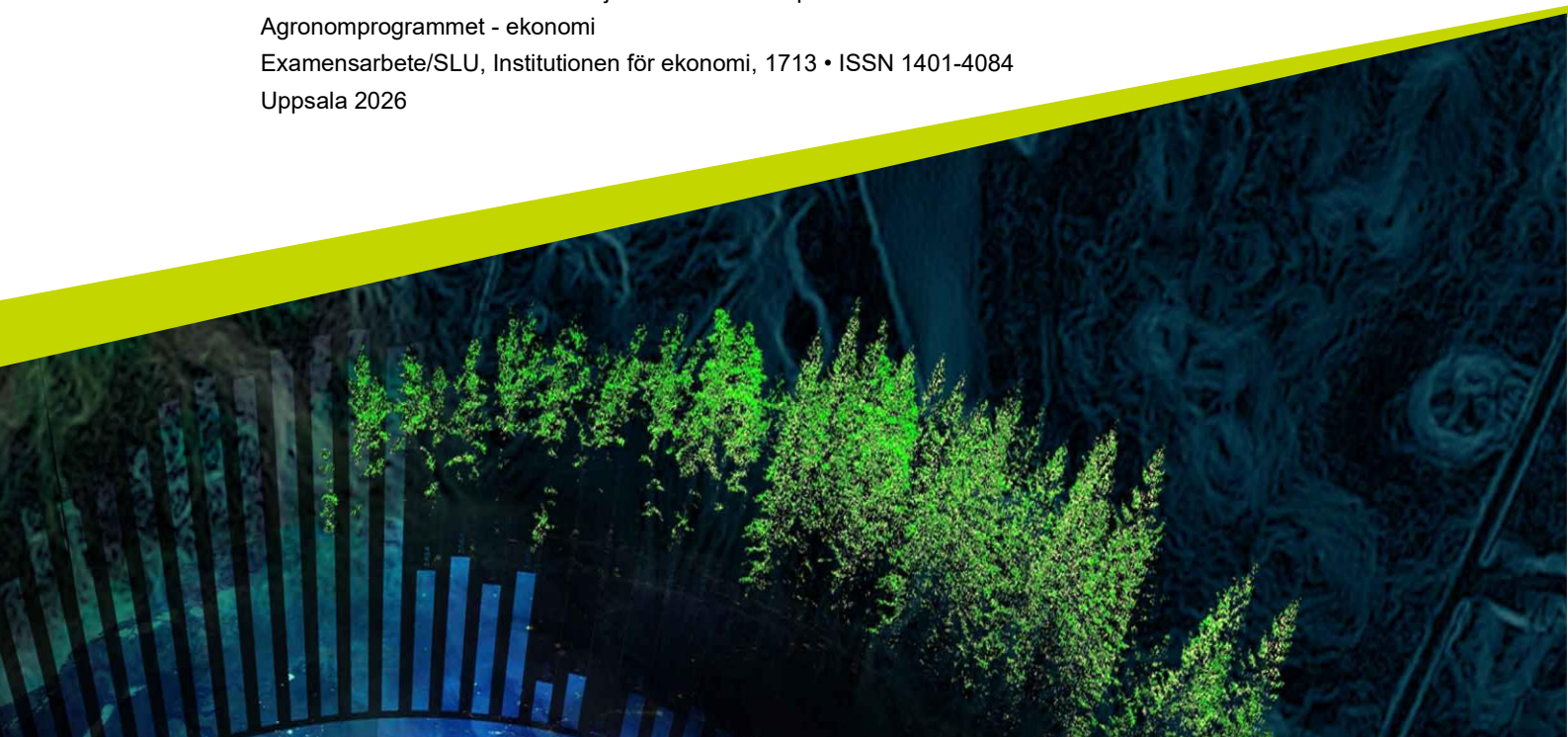
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap/Institutionen för ekonomi

Agronomprogrammet - ekonomi

Examensarbete/SLU, Institutionen för ekonomi, 1713 • ISSN 1401-4084

Uppsala 2026



Svenskproducerad proteinråvara till slaktkyckling

En komparativ studie av nutida produktion i form av produktionskalkyl

Gustaf Knutsson

Handledare: Karin Hakelius, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekonomi

Examinator: Per-Anders Langendahl, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekonomi

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Företagsekonomi
Kurskod: EX0906
Program/utbildning: Agronomprogrammet - Ekonomi
Kursansvarig inst.: Institutionen för ekonomi
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2026
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel: Examensarbete/SLU, Institutionen för Ekonomi
Delnummer i serien: 1713
ISSN: 1401-4084

Nyckelord: Slaktkyckling, foderoptimering, Ross 308, linjär programmering, räntabilitet på totalt kapital, kostnadsminimering, täckningsbidrag, foder

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institution för ekonomi

Sammanfattning

Det här studentarbetet har som mål att utforska hur lönsamheten påverkas i ett kycklingföretag som implementerar ett foder som består av svenskproducerade proteinråvaror. En sådan implementation av råvara är intressant för att minska det svenska beroendet på importerade proteinråvaror. Importerade råvaror som gör att Sverige står för 3000 hektar skövlad regnskog per år. Detta foder kan även vara en viktig pusselbit för förstärkt livsmedelsförsörjning, minskat beroende på utländska råvaror och synliggöra lösningar för framtida beredskapslager.

För att producera detta foder som uteslutande använder sig av svenskproducerade proteinråvaror har matematisk kostnadsoptimering genom linjärprogrammering använts. Data för samtliga foderråvaror har hämtats från feedtables.com medan priserna är framtagna med en blandning av marknadspriser på Matif och personliga meddelanden hos produktchefer, inköpare och foderoptimerare hos Svenska Foder och Lantmännen. Restriktionerna för vad kycklingfodret ska innehålla är utformade efter krav från Aviagen, de som avlat fram den berörda kycklingrasen, Ross 308. Det har använts kvantitativ forskningsmetod med deduktiv ansats och skribenten har gjort sitt bästa för att försäkra om att den data som används och syntetiseras förhåller sig till verkligheten. Detta har gjorts med antaganden av data som förhåller sig till verkligheten vilket har gjorts med hjälp av tidigare nämnda sakkunniga inom området.

Empirin i det här studentarbetet är framtaget på egen hand genom kostnads-optimering, empiri i form av ett kostnadsoptimerat foder som sedan använts för att prognostisera lönsamhet hos en genomsnittlig kycklinguppfödare. Det framtagna fodret består av vetefodermjöl, vitblommig åkerböna, lucernmjöl, ärtor, ärtprotein-koncentrat, potatisproteinkoncentrat, majsstärkelse, rapsolja, rena amino-syror och mineraler. Detta recept leder då till en råvarukostnad om 6,13 kronor per kilogram foder, och vid en förädlingskostnad om 30 öre per kilogram blir det slutgiltiga foderpriset 6,46 kronor per kilogram ut till kund. Denna kostnad jämförs då med 5 kronor per kilogram som är det nuvarande priset. Denna kostnadsskillnad i foder resulterar i 28,6% högre foderkostnad, 18,6% högre total kostnad. Dessa högre kostnader resulterar i en minskning om 41,5% i Täckningsbidrag 1 och 44% lägre Täckningsbidrag 2. Analysen framhäver syn-punkter på rimligheten i arbetet och vad som rimligen skulle ske i verkligheten om ett sådant här foder hade existerat. Det är även i analysen som presenterar och jämför prognostiserad räntabilitet på totalt kapital. Diskussionen nämner tidigare arbeten vars olika delar var liknande till delar i detta studentarbete och diskuterar likheter och skillnader.

Abstract

This student work aims to explore how profitability is affected in a chicken company that implements a feed consisting of Swedish-produced protein raw materials. Such an implementation of raw materials is interesting to reduce Swedish dependence on imported protein raw materials. Imported raw materials that cause Sweden to account for 3,000 hectares of ravaged rainforest per year. This feed can also be an important piece of the puzzle for strengthened food supply, reduced dependence on foreign raw materials and make solutions for future emergency stocks visible.

To produce this feed, which exclusively uses Swedish-produced protein raw materials, mathematical cost optimization through linear programming has been used. The data for all feed raw materials has been taken from feedtables.com, while the prices have been produced with a mixture of market prices at Matif and personal messages from product managers, buyers and feed optimizers at Svenska Foder and Lantmännen. The restrictions on what the chicken feed should contain are designed according to the requirements of Aviagen, the breeders of the concerned chicken breed, Ross 308. A quantitative research method with a deductive approach has been used and the writer has done his best to ensure that the data used and synthesized relate to reality. This has been done with assumptions of data that relate to reality which has been done with the help of previously mentioned experts in the field.

The empiricism in this student work was developed independently through cost optimization, empiricism in the form of a costoptimized feed which was then used to forecast the profitability of an average chicken breeder. The feed produced consists of wheat feed meal, white-flowered field bean, lucerne meal, peas, pea protein concentrate, potato protein concentrate, corn starch, rapeseed oil, pure amino acids and minerals. This recipe then leads to a raw material cost of SEK 6.13 per kilogram of feed, and at a processing cost of 30 öre per kilogram, the final feed price becomes SEK 6.46 per kilogram to the customer. This cost is then compared with SEK 5 per kilogram, which is the current price. This cost difference in feed results in 28.6% higher feed cost, 18.6% higher total cost. These higher costs result in a reduction of 41.5% in coverage contribution 1 and 44% lower coverage contribution 2. The analysis highlights points of view on the reasonableness of the work and what would reasonably happen in reality if such a feed had existed. It is also in the analysis that the forecasted return of total capital is calculated and compared between the different uses of feed from the perspective of the farms. The discussion mentions previous works whose various parts were similar to parts of this student work and discusses similarities and differences.

Innehållsförteckning

| | |
|--------------------------------------------------|-----------|
| Tabellförteckning | 7 |
| Figurförteckning..... | 8 |
| 1. Introduktion | 9 |
| 1.1 Bakgrund..... | 9 |
| 1.1.1 Kycklingproduktion..... | 9 |
| 1.1.2 Foder..... | 10 |
| 1.1.3 Proteinråvaror | 11 |
| 1.2 Problematisering | 12 |
| 1.2.1 Empiriskt problem | 12 |
| 1.2.2 Teoretiskt problem | 14 |
| 1.3 Syfte och frågeställningar | 17 |
| 1.4 Mål | 17 |
| 1.5 Avgränsningar | 17 |
| 1.6 Uppsatsen struktur..... | 19 |
| 2 Teori | 20 |
| 2.1 Produktionsekonomi..... | 20 |
| 2.1.1 Lantbrukets produktionsekonomi..... | 20 |
| 2.1.2 Lönsamhet och täckningsbidrag | 21 |
| 2.1 Optimeringsteori..... | 22 |
| 2.2 Linjär programmeringsteori | 23 |
| 2.3 Formulering av linjär programmering | 23 |
| 2.4 Optimeringsprocessen | 25 |
| 3 Metod..... | 26 |
| 3.1 Forskningsmetod..... | 26 |
| 3.2 Litteraturgenomgång | 27 |
| 3.3 Forskningsdesign | 28 |
| 3.4 Datainsamling | 28 |
| 3.5 Reliabilitet..... | 29 |
| 3.6 Validitet | 29 |
| 3.7 Urval..... | 30 |
| 3.8 Dataanalys | 30 |

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 4 | Empiri | 32 |
| 4.1 | Ingående Data..... | 32 |
| 4.2 | Modellkonstruktion | 33 |
| 4.3 | Empirisk optimeringsmodell | 33 |
| 4.4 | Kostnadsoptimerat foder | 34 |
| 4.5 | Produktkalkyler..... | 37 |
| 4.6 | Genomsnittlig gård | 38 |
| 4.7 | Fiktiva företag..... | 38 |
| | 4.7.1 Konventionellt foder | 39 |
| | 4.7.1 Foder med svenska proteinråvaror | 40 |
| 5 | Resultat | 42 |
| 5.1 | Jämförelse av företag | 42 |
| 5.2 | Känslighetsrapport | 43 |
| 6 | Diskussion och analys | 47 |
| 6.1 | Diskussion | 49 |
| 6.2 | Analys | Fel! Bokmärket är inte definierat. |
| 7 | Slutsats | 51 |
| | Referenser | 53 |
| | Populärvetenskaplig sammanfattning | 58 |
| | Tack | 59 |
| | Bilaga 1. Mer utförligt skriven empirisk optimeringsmodel | 60 |
| | Bilaga 2. Råvaror och deras innehåll | 62 |
| | Bilaga 3. Känslighetsrapport | 64 |
| | Bilaga 4. Begränsningsrapport | 65 |

Tabellförteckning

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Tabell 1: Förenklad tabell av utforskade råvaror och deras näringssammansättning. | 32 |
| Tabell 2: Tabell över råvaror, deras variabelbeteckning, intervall över deras tillåtna koncentrationer och optimal koncentration i fodret. | 35 |
| Tabell 3: Tabell över fodrets näringsinnehåll och intervallet av tillåten koncentration av givet näringsämne. | 37 |
| Tabell 4: Grundförutsättningar för jämförelsegårdarna | 38 |
| Tabell 5: Särinntäkter för en kycklinggård med konventionellt foder. | 39 |
| Tabell 6: Särkostnader för en kycklinggård med konventionellt foder. | 39 |
| Tabell 7: Täckningsbidrag 2 för en kycklinggård med konventionellt foder. | 40 |
| Tabell 8: Särinntäkter för en kycklinggård som använder svenskproducerade proteinråvaror. | 40 |
| Tabell 9: Särkostnader för en kycklinggård som använder svenskproducerade proteinråvaror. | 41 |
| Tabell 10: Täckningsbidrag 2 och särkostnader 2 för en gård som använder svenskproducerade proteinråvaror. | 41 |
| Tabell 11: Jämförelse av företag. | 42 |
| Tabell 12: Förändring av poster. | 42 |
| Tabell 13: Tabell av foderråvaror, koncentrationer i studiens foder, målfunktionskoefficienter och tillåtna ökning och minskningar. | 44 |
| Tabell 14: Tabell av näringsämnena, slutgiltigt värde, min- och maxkrav, skuggpris och tillåten höjning och sänkning. | 45 |
| Tabell 15: Räntabilitet på totalt kapital. | Fel! Bokmärket är inte definierat. |

Figurförteckning

| | | |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----|
| Figur 1: Antal slaktade kycklingar | Figur 2: Antal slaktkycklinguppfödare | 10 |
| Figur 3: Venn-diagram..... | | 15 |
| Figur 4: Uppsatsens struktur | | 19 |
| Figur 5: Schematisk bild av optimeringsprocessen..... | | 25 |

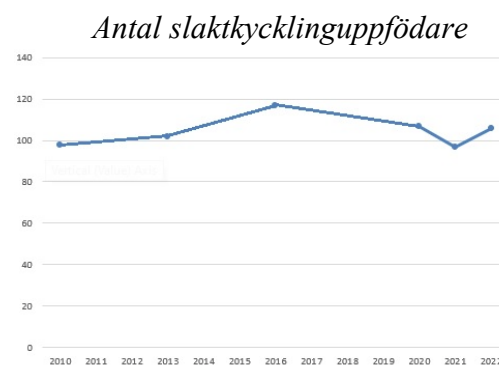
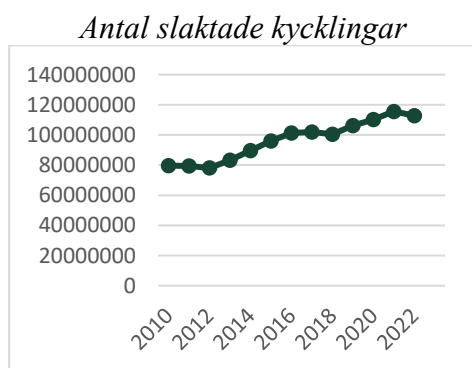
1. Introduktion

Det här kapitlet har som mål att behandla ämnesbakgrund vilket i sin tur ska presentera problemformulering, syfte och frågeställning. Kapitlet ska sedan behandla avgränsningar, teorival och uppsatsens struktur.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Kycklingproduktion

Efter andra världskriget introducerades kommersiell storskalig slaktkycklingsuppfödning i Europa, en överföring av produktionsmetoder från USA. År 1952 introducerade Findus i Sverige den mer industrialiserade formen av kycklinguppfödning. Den primära källan till djurmaterialet var i huvudsak tuffar, en konsekvens av deras status som biprodukt från rekryteringen av värphöns. Denna implementering av storskalig slaktkycklingproduktion representerade en betydande förändring i den agrara sektorn, där effektivitet och kvantitet prioriterades framför traditionella uppfödningssätt. Genom att utnyttja överskottet av tuffar kunde den kommersiella slaktkycklingsindustrin tillgodose den växande efterfrågan på kycklingkött. Denna övergång till industrialiserad uppfödning markerade en milstolpe i matproduktionen och påverkade konsumtionsvanor i Sverige och övriga Europa genom att göra kycklingkött mer tillgängligt för den breda befolkningen (Friberg, 2001).



Figur 1: Antal slaktade kycklingar (Jordbruksverket, 2024), egen bearbetning.

Figur 2: Antal slaktkycklinguppfödare (Jordbruksverket, 2024), egen bearbetning.

Enligt Jordbruksverket slaktades det ca 109 miljoner kycklingar år 2022, vilket innebär en ökning från 2010 då det slaktades 79 miljoner kycklingar (Jordbruksverket, 2024). Slaktkycklingföretagen har i sin tur ökat från 98 företag år 2010, till 106 stycken företag 2022. Värt att nämna angående dessa företag är att dessa har plats för minst 1000 djur (Jordbruksverket, 2024).

I Sverige återfinns för närvarande tre distinkta kycklingraser: Ross 308, Ranger Gold och Hubbard. Majoriteten av medlemmarna inom Svensk Fågel använder främst Ross 308 i sina anläggningar, medan Ranger Gold och Hubbard används i begränsad omfattning. Ross 308 är resultatet av selektiv avel och är speciellt anpassad för produktionen av konventionell svensk kyckling. Denna ras uppfyller Sveriges krav för att bibehålla djurhälsan genom att skydda dem mot ett antal fjäderfåsjukdomar. Genom korrekt utfodring och omvårdnad kan dessa djur uppfödats utan att det negativt påverkar deras välbefinnande. De mer långsamväxande raserna Ranger Gold och Hubbard är lämpliga för specialiserad uppfödning där djuren behålls under en längre period och där egna krav tillämpas (Svensk Fågel, 2024).

Svensk fågel är en intresseorganisation som representerar hela värdekedjan från avelsföretag, kläckerier, fodertillverkare, bönder och slakterier. Medlemsföretag inom intresseorganisationen består av Kronfågel, Guldfågeln, Atria Sweden, Knäreds Kyckling, Bjärefågel och Ingelsta kalkon. Svensk fågel agerar som ett sätt för dessa företag att komma överens om att utveckla det de kallar ”världens bästa kyckling och kalkon”. Svensk Fågel står idag för 98% av matfågelproduktionen i Sverige (Svensk Fågel, 2024).

1.1.2 Foder

Slaktkycklinguppfödare som är medlemmar i intresseorganisationen Svensk Fågel kan endast använda foderblandningar som Svensk Fågel har godkänt. Råvarorna till dessa har då även i sin tur blivit godkända av Jordbruksverket för att innehållet uppnår rätt kvalitet och Jordbruksverkets krav (Svensk Fågel, 2024). I dagsläget är det endast tre leverantörer av foder som är godkända att användas hos Svensk Fågels medlemmar. Det är foderblandningar hos Svenska Foder, Lantmännen och Swedish Agro som är tillåtna hos kycklinguppfödarna, dessa foderblandningar kan kompletteras av uppfödarens egenproducerade spannmål (Svensk Fågel, 2024). Foderkomponenten i en slaktkycklingsuppfödarens täckningsbidragskalkyl är störst och står för cirka 65 % av de totala särkostnaderna (Agriwise, 2024). Enligt Paul

W. Aho är det främst i foderstaten som den viktigaste komponenten av konkurrenskraft kan visa sig i en viss region (Aho, 2002).

Dagens uppfödning av slaktkycklingar är optimerad för att maximera tillväxthastighet och effektivitet i foderomsättning (NRC, 1994). Under den korta perioden från kläckning till slakt vid 35 dagar, konsumerar varje kyckling ungefär 3,2 kg foder och ökar sin kroppsvikt med över två kilogram (Aviagen, 2007). Under tillväxten utvecklas proteinrika vävnader såsom muskler, bindväv, hud och fjädrar. För att säkerställa oavbruten tillväxt måste kycklingen få tillräckligt med aminosyror, då den inte kan syntetisera alla essentiella aminosyror på egen hand, utan dessa måste tillföras via kosten (Leeson & Summers, 2001). Bland dessa aminosyror är metionin särskilt avgörande som den första begränsande aminosyran för tillväxt. Det är också av yttersta vikt att uppfylla kycklingens behov av de essentiella aminosyrorerna lysin och treonin (Ojano-Dirain & Waldroup, 2002).

1.1.3 Proteinråvaror

Det är aminosyror som utgör byggstenar för att kunna bygga upp proteiner. Det är även dessa aminosyror som utgör kvaliteten av proteiner genom aminosyrorernas proportion till varandra. Denna kvalitet beror också till vilket djur som råvaran ska användas till och hur väl dessa proportionerna av aminosyror överensstämmer med djurets behov. Aminosyror kan delas in i två grupper, de aminosyror som djuren själva kan syntetisera och de aminosyror som de måste ha i foderintaget för att kunna utnyttja. De sistnämnda aminosyrorerna är de som benämns som essentiella (Elwinger & Ivarsson, 2023) och de som främst kommer att beaktas i denna studie.

Vanliga vegetabilier inom kategorin proteinråvaror ingår ofta soja och dess olika former, raps i olika former och ärter. I mindre utsträckning hittas även majsglutenmjöl samt potatisprotein. Oftast används mjölet av de olika vegetabiliska proteinråvarorna då det är en restprodukt efter oljeutvinningen som ofta odlas för i huvudsak. Exempel på sådana råvaror är sojaböna, rapsfrö, linfrö och solrosfrö, på grund av att mjölet av dessa råvaror är restprodukter blir mjölet ofta relativt billigt för foderproduktion (Elwinger & Ivarsson, 2023).

Den årliga sammanlagda importen av sojaprodukter uppgick till cirka 230 000 - 250 000 ton per år (2007 till 2009) och av detta användes 40% till fjäderfäproduktion (SLU, 2024). Användningen av sojamjöl är utbredd i foderproduktionen till slaktkyckling och utgör 10 - 20 % av olika kycklingfoders sammansättningar. Anledningarna till den utbredda användningen är flerfaldiga, till exempel är soja en god källa till lysin (Elwinger & Ivarsson, 2023), men foder som innehåller soja som proteinråvara ger överlag bästa produktionsresultat och slaktresultat (Janocha et al., 2022). Soja kan odlas i de södra delarna av Sverige med lätta jordar och därmed

varm jordtemperatur, men det är sällan i svenska lantbrukares intresse av olika orsaker. Det är främst av fem orsaker, sojabönan ska sås i slutet av april och tröskas sedan i oktober vilket leder till att lantbrukare inte kan höstså på den marken. Denna växtperiod kan även leda till att svår kylan kommer tidigare än sojabönans mognad vilket skulle utesluta skörd helt och hållet. AGFO menar även på att det bör finnas fler sorter som ska förädlas innan sojaböneodling kan tas på allvar. För odling av soja behövs även en storskalig maskinpark speciellt anpassad för soja-odling och till sist så är intresset lågt från Sveriges livsmedelsindustri då det i Sverige saknas anläggningar för att producera sojamjöl (AGFO, 2018).

Svenska vegetabiliska proteinråvaror inkluderar åkerbönor, ärter, kidneybönor, sötlupin och linser (RISE, 2024). Vid studier av proteinråvaror till foder är det just nu fokus på ärter och åkerbönor, och skillnaderna mellan dessa är att åkerbönan trivs längre norrut och går att odlas i styva jordar medan ärtan odlas mest i söder på lätta jordar (Johnsson, 2015). Enligt Elwinger & Ivarsson (2023) är ärter en utmärkt proteinråvara till fjäderfä, speciellt de vitblommiga sorterna då innehåller mindre koncentrationer av tanniner än vad de brokblommiga sorterna innehåller. Tanniner bidrar till antinutritionella effekter genom att till exempel sänka proteinets smältbarhet. När ärter används i foder måste det finnas uppmärksamhet kring svavelhaltiga aminosyror, men om detta görs så kan 30% av fodret bestå av ärter. Vid användandet av åkerbönor i foder till slaktkyckling är även vitblommiga sorter att föredra av samma anledningar som tidigare nämnts. Foder till slaktkyckling kan innehålla 20% vitblommig åkerböna (Elwinger & Ivarsson, 2023).

1.2 Problematisering

I detta kapitel ska de empiriska och teoretiska problemen redovisas. Detta kapitel är uppdelat i två delkapitel som ska representera dessa problem. De empiriska problemen består ofta av problem som studien ska försöka belysa, problematisera och möjligtvis kunna besvara med en eventuell åtgärd. De teoretiska problemen består av vad som kan göra denna studie svår att utföra teoretiskt, alltså att hitta material eller liknande.

1.2.1 Empiriskt problem

De empiriska problemen runt sojaprodukter är sällan själva produkten, problemen är ofta kring produktionen av sojaprodukten som bidrar till problemen. Dessa problem kan i sin tur delas upp i omvärldsproblem som sojaproduktionen bidrar till, såsom skövling av Amazonas skog och smitta av salmonella. Men även

internationella försörjningsproblem som är ett resultat av ett beroende på en produkt som inte odlas i Sverige (Johnsson, 2015).

Som nämndes tidigare är foderkostnaden den största inom kycklinghållningskalkylen vilket ger incitament att hitta billiga foderråvaror och en sådan råvara är soja. Största producenterna av soja är USA, Kina och Brasilien som tillsammans står för 90% av den globala sojaproduktionen. Två tredjedelar av avskogningen i Brasilien kan kopplas till odling av soja (Naturskyddsföreningen, 2023). Från 2002 till 2023 har det avskogats 30,7 miljoner hektar regnskog, vilket är 10 % av den Brasilianska regnskogen från att studien av Global Forest Watch började år 2002 (Global Forest Watch, 2023). Varav den svenska konsumtionen av soja motsvarar 3000 hektar avskogad regnskog per år (Naturskyddsföreningen, 2023).

Ett annat omvärldspröblem kan vara importen av soja som kommer från länder som inte är transparenta vid ursprunget av sojan eller hur sojaprodukten har blivit behandlad efter skörd. Brist på sådan transparens kan orsaka att sojan som importerats är infekterad av olika sorters salmonella. Enligt Lundh har Wierup uttalat sig om att Salmonella isolerades i 14,6% av proven från samtliga partier soja till Sverige under perioden 2004 till 2005 (Lundh 2013). Salmonella kan ha påverkan för slaktkycklingproduktionen, både för att smitta djur, men även för att stillestånd i produktion och slakteri för tvättning blir dyrt, både i själva tvättningen men också i förlorade intäkter (Shaji et al. 2023). Om salmonella skulle gå obemärkt genom försörjningsleden genom slakterier och ut till kund så kan det leda till liknande av Alvestaepidemin som hände i Kronobergs, Göteborgs och Stockholms län på 1950-talet. Alvestaepidemin resulterade i att 8 845 fall diagnostiserades varav 4 200 krävde sjukvård och att ca 90 personer dog (Giesecke, 2003).

Vid ett beroende av en råvara som inte produceras i Sverige leder även till ett beroende av fungerade försörjningsled av själva råvaran. På senare tid har det visat sig vara en riskfylld strategi att helt förlita sig på utländsk produktion av något och inte ha en reservplan i åtanke. De händelser som åsyftas är främst de försörjningsrubbningar som skett i samband med Covid-19 utbrottet, men också på grund av de rubbningar som skett i samband med Rysslands invasion av Ukraina. De åtgärder som länder implementerade under utbrottet av Covid-19 förorsakade störningar i försörjningsledet, inklusive till insatsvaror för livsmedelsförsörjning (Deloitte, u.å). Under Covid-19 påverkades inte insatsvarorna till slaktkycklingarnas foder avsevärt, sett till handelsgödsel, men en pandemi är inget som hindrar att det kan ha en avgörande påverkan på fodrets insatsvaror, enligt uttalande experter inom området (Baffes & Koh, 2020). Det är även svårt att diskutera rubbningar i värdekedjan av slaktkyckling utan att diskutera Rysslands invasion av Ukraina vilket resulterade i stora rubbningar i värdekedjor som involverade energi och

gödsel (Kee et al., 2023). Två av de mest avgörande faktorerna till produktionen av insatsvarorna till slaktkycklingfoder.

Det som främst påverkade under Covid-19-utbrottet var riskerna bland slakteripersonalen där risken fanns att personalen kunde smitta köttet. Om detta skulle ske skulle slakteriet vidta åtgärder som resulterade i att slakteriet var tvunget att totalsaneras. Detta stopp av produktion kunde då bidra med stora kostnader och uteblivna intäkter i en redan prispressad marknad (Kronfågel, 2022).

Dagens utfodring av kycklingar tillgodoser i hög grad deras behov av aminosyror genom användningen av sojamjöl i fodret (Leeson & Summers, 2001). Det är värt att notera att den soja som används i svenska kycklingfoder måste vara icke-genmodifierad (GMO) (Svensk Fågel, 2011). Den globala odlingsarealen för GMO-fri soja minskat, från att ha utgjort 57% år 2002 till endast 35% år 2008. Sverige importerar främst soja från Brasilien, den största producenten av GMO-fri soja, där andelen GMO-fri soja också minskar. Detta leder till en ökning av priset på GMO-fri soja (Loxbo, 2009). Vidare är användningen av sojaprodukter föremål för diskussion på grund av användningen av kemiska bekämpningsmedel under odling, vilka utgör risker för människors hälsa och miljön. Dessutom förbrukar den långa transporten av soja icke-förnybar energi (Heimer, 2010). Med tanke på den minskande tillgången på GMO-fri soja och de kontroverser som omger sojanvändning är det relevant att utvärdera möjligheterna till att använda alternativa inhemska eller europeiska proteingrödor.

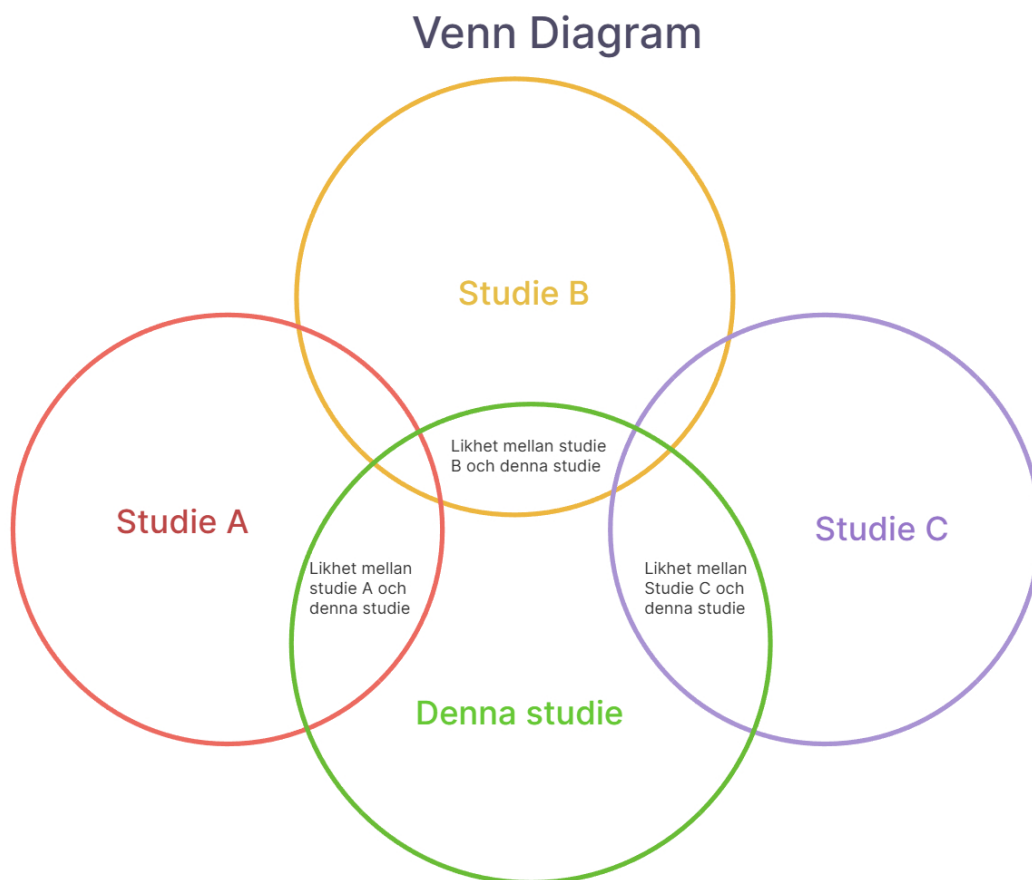
Under intervju med Maria Hällstedt på Vallberga klargjordes det att försörjningsledet av aminosyror var rubbat under Covid och Suezkanalens stopp 2021. Då höjdes priserna med 300%. Den här rapporten har inte som uppgift att behandla rena aminosyror, men protein som struktur innehåller aminosyror i sin kedja och den här rapporten kan då också agera som informationskälla till att minska beroendet på importerade aminosyror. I optimeringen som syns senare så innehåller rena aminosyror höga halter av råprotein, och optimeringsmodellen använder sig gärna av dessa insatsvaror för att till viss del täcka råproteinbehovet.

1.2.2 Teoretiskt problem

På grund av studiens beskaffenhet om foderoptimering av enbart svenska proteinråvaror till slaktkycklingfoder är tidigare studier bristande i antal om målet är att bilda en klar uppfattning av ämnet. Antalet är bristande rörande det exakta ämnet och inom ramen för Sverige och valda begränsningar, men det finns delar av andra studier som är liknande till vad denna studie ska belysa. Om ett antal olika

delar av dessa olika studier kan sammanföras så kan en uppfattning presenteras av vad den här studien ska presentera. En sådan del kan till exempel vara foderrelaterat för fjäderfä i Sverige, men i stället för kostnadsminimering för slaktkyckling så är det vinstmaximering för äggproduktion. Det har även använts studier om kostnadsminimering i slaktkyckling, men då inte i Sverige, utan i Indien. På datainsamlings-nivå så kan det skiljas mellan olika studier men också mellan studier och databaser. Resultatmässigt har det tidigare skett komparativa studier i Sverige om foder till slaktkyckling, men då inte på företagsnivå utan på marknadsnivå.

För att förtydliga resonemanget kan läsaren titta på illustrationen nedan, ett Venn-diagram som förtydligar att det finns likheter mellan studierna. I Venn-diagrammet illustreras denna studie, studie A, B och C som cirklar. På de ytor som cirklarna korsas ska då representera de likheter som finns mellan studierna. Som presenterades tidigare finns det då likheter mellan denna studie och de tre andra studierna, men likheterna är inte genomgående för samtliga studier.



Figur 3: Venn-diagram av de användbara delar i studier som använts. Egen bearbetning.

Som nämndes i det tidigare stycke så finns det en studie angående en vinstmaximerande äggproduktionsgård genom optimering. Det som gör att inte enbart denna studie kan användas är att den inte optimerar med kostnadsminimering i fokus. Den sker i Sverige och är en studie om optimering men har nästintill endast varit till hjälp med disposition av hur studie kring optimering kan se ut. Den implementerar även fallstudie som forskningsmetod av intervjuade gårdar som är presenterade med geografiska förutsättningar. Något som inte är applicerbart i detta studentarbete då komparativ forskningsmetod mellan två fiktiva företag kommer att användas. Företagen i fråga har då applicerat två olika typer av foder i sina olika produktioner (Ektander & Pettersson, 2019).

Det finns en studie kring kostnadsminimering av foder till slaktkyckling som var till användning vid formulering av optimeringsproblemet (Mallick et al., 2020). Enbart denna studie var däremot bristande i applicerbarhet då den är baserad i Indien och var skriven av indiska studenter. Dessa faktorer gör studiens applicerbarhet bristande på olika sätt. Främst är det i ett annat land, detta påverkar till exempel priser på råvaror, men också vilka råvaror som finns att tillgå. Studien som baseras i Indien är heller inte begränsad till råvaror som endast produceras i skribenternas hemland, det kunde alltså importeras råvaror. Men även om de inte kunde importera råvaror så har de helt andra förutsättningar att odla proteinråvaror i Indien. Dessutom så framgick de inte vilken ras det var, och därmed kunde inte det säkerställas att de restriktioner som de använde i sitt optimeringsproblem var applicerbara i denna studie. På grund av att studien är baserad i ett annat land, betyder det också att de har andra lagar och regleringar att förhålla sig efter.

Det har utförts en teoretisk ekonomisk studie som arbetade utifrån komparativ forskningsmetod mellan två olika foder till slaktkyckling i Sverige. Studien i fråga har ett perspektiv som utgår från marknaden och jämför hur pris och konsumtion hade förändrats vid en foderförändring. Förändringen i fråga handlar om avsaknaden av koccidiostatika, en typ av antibiotika, jämfört med foder innehållande koccidiostatika. Det som gör att studien är svår att applicera till denna studie är just jämförelseobjekten. Studien kring koccidiostatika i foder använder marknaden som studieobjekt och studien är väldigt makroekonomiskt fokuserad. Den beaktar en prisjustering i marknaden och därmed konsumtionen med räkning av priselasticiteter mellan olika varor och prisjusteringar. Jämförelseobjekten som ska jämföras i denna studie är i stället företag och företags täckningsbidragskalkyler och är därmed fokuserad på företagsekonomi (Friberg, 2001).

Det teoretiska företagsekonomiska problem som uppkommit vid tidigare nämnda studier berör att optimera slaktkycklingfoder från enbart ett produktionsekonomiskt perspektiv. De studier tar inte hänsyn till speciella krav som denna studie har valt

att fokusera på, att proteinråvarorna måste ha sin produktion och efterkommande försörjningsled i ett visst land. Detta krav gör att det teoretiska företagsekonomiska problemet härrör till lönsamheten hos ett slaktkycklingföretag som uteslutande använder sig av proteinråvaror som är producerade i Sverige.

1.3 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien är att påvisa hur en ändring i slaktkycklingars foder till svenska proteinråvaror påverkar en lantbrukares täckningsbidrag och lönsamhet. I studien upprättas en foderoptimering som uteslutande innehåller svenska proteinråvaror för att sedan sättas in i en produktionskalkyl. Därefter ska detta foder med svenska proteinråvaror jämföras med ett foder som ska efterlikna ett foder som används idag. Från kostnadsskillnaderna som kommer att uppstå från olika foderstater, ska lönsamheterna jämföras mellan de olika företagen.

Utifrån syftet formuleras följande forskningsfrågor;

- Vad blir priset för ett kostnadsminimerat foder som uteslutande använder svenskproducerade proteinråvaror?
- Vad är skillnaden i lönsamhet mellan kycklingföretag som använder svenskproducerade proteinråvaror eller importerade proteinråvaror?

1.4 Mål

Målet för den här rapporten är att komma fram till ett break-even pris för en uppfödare av slaktkyckling vid användning av uteslutande proteinråvaror producerade i Sverige. Detta ska göras genom en produktionskalkyl för att säkerställa att samtliga utgifter blir inräknade och för att sedan jämföras med produktionskalkyl baserad på en nutida konventionell foderstat med proteinråvara som ofta behöver importeras.

1.5 Avgränsningar

Den här rapporten har som ändamål att utforska vad ett foder till slaktkyckling baserat på svenska proteinråvaror kan kosta för en slaktkycklingsuppfödare. På grund av att proteinråvarorna måste odlas i Sverige sker det naturliga avgränsningar. Såsom proteinråvaror som inte kan odlas i Sverige, till exempel

protein som hittas i produkter som är gjorda av till exempel solrosfröer, jordnötter, ris och bomullsmjöl (Elwinger & Ivarsson, 2023).

Inom kategorin proteinråvaror finns det även de proteinråvaror som kan produceras i Sverige, men finns ändå ingen produktion av det. Exempel på dessa proteinråvaror är de animaliska proteinerna som fiskmjöl, svart soldatfluga och köttfodermjöl av gris. Anledningarna till att dessa inte produceras i Sverige är olika, anledningen till att fiskmjölets produktion inte finns i Sverige kommer att presenteras nedan. Det finns ingen produktion av köttfodermjöl av gris till kyckling i Sverige då galna kosjukan har gjort att intresset är lågt från konsumenternas sida, vilket har lett till att produktionen hade varit så småskalig att det inte hade funnits någon ekonomi i produktionen (Elwinger & Ivarsson, 2023). Det finns även vegetabiliska proteinråvaror som går att odla i Sverige men som ändå inte produceras (AGFO, 2018). Soja är ett sådant exempel och anledningarna till att det inte odlas i Sverige har presenterats tidigare i Bakgrundskapitlet.

För den här studien har det uteslutits proteinråvaror som inte tillåts användas av olika anledningar eller reglerade i olika instanser av värdekedjan. Det kan vara begränsningar i Sveriges lag, men också hos branschorganisationen Svensk Fågel som nästintill samtliga aktörer måste förhålla sig till. Det kan även finnas begränsningar hos foderproducenten som tar avstånd mot vissa proteinråvaror, men även själva kycklingproducenterna kan välja att bortse från vissa proteinvaror om själva väljer det. Sådana proteinråvaror kan vara fiskmjöl som är förbjudna av Svensk Fågel (Svensk Fågel, 2024), och förbjudna proteinråvaror som fodermjöl gjort på kyckling om det skulle användas till kycklingproduktion (Elwinger & Ivarsson, 2023).

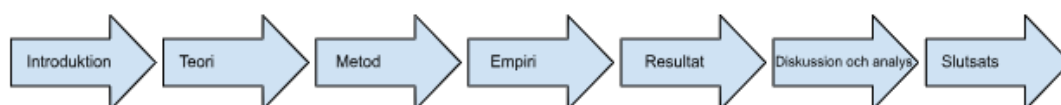
Som det har förklarats i bakgrundskapitlet så är slaktkycklingar enkelmagade djur vilket leder till begränsningar till vilka proteinråvaror som slaktkycklingar faktiskt kan äta. En proteinråvara som utesluts av denna anledning är proteinvaror baserade på lupiner. Det finns flera anledningar till att slaktkyckling har svårt för att bryta ner lupiner. En anledning är att de har för höga nivåer av alkaloider och tanniner. Lupiner innehåller även för höga halter av oligosackarider och galaktosider vilket enkelmagade djur saknar nedbrytningssystem för vilket orsakar gasbildning (Elwinger & Ivarsson, 2023).

Studien kommer även att begränsas i vilken ras av kyckling som ska studeras, som tidigare nämndes är det huvudsakligen tre sorter som används, Ross 308, Ranger Gold och Hubbard. Den här studien kommer att främst fokusera på produktionen och anpassas foderoptimeringen efter Ross 308:s behov. Anledningen till detta

beslut är att Ross 308 är den ras som används mest i Sverige, både till antal slaktkycklingar, men också till total omsättning i Sverige (Sveriges Riksdag, 2023).

1.6 Uppsatsen struktur

Figuren har som syfte att illustrera studiens disposition. Arbetet ska introduceras genom inledningskapitlet och beskriva bakgrunden till det som ska bearbetas. Det är även i introduktionskapitlet som de teoretiska och empiriska problemen ska presenteras. Teorikapitlet har som mål att belysa de teorier som är applicerbara på problemet och med hjälp av teorierna ska en eventuell lösning till problemet belysas. Efter teorikapitlet kommer metodkapitlet som har som mål att presentera studiens valda forskningsmetod och motivera varför denna forskningsmetod kan vara applicerbar till studien. I empirikapitlet presenteras samlad data och i denna studies fall det optimerade fodret och de fiktiva gårdarna. I resultatkapitlet kommer foderreceptets känslighets- och gränsrapport att belysas, samt lönsamhetskillnaden mellan de fiktiva gårdarna. I kapitlet ”diskussion och analys” ska studier som redovisats i kapitlet ”teoretiska problem” syntetisera en diskussion kring resultaten i resultatkapitlet. I studiens sista kapitel ska slutsatsen redovisas.



Figur 4: Uppsatsens struktur. Egen bearbetning

2 Teori

Under Teorikapitlet ska, för ämnet, relevanta och tillämpbara teorier som studien ska baseras på, presenteras. Studien baseras på principer kopplade till optimeringslära och kalkyler som fokuserar på produktionsekonomi, i studiens fall kostnadsminimering.

2.1 Produktionsekonomi

Produktionsekonomi som teori har som mål att med hjälp av matematiska modeller optimera utnyttjandet av produktionsfaktorer. Produktionsfaktorer innebär då olika former av kapital, i lantbrukssammanhang kan det vara areal och lantbruksmaskiner, men även insatsvaror som foder för djur eller gödning för växtodling. Producenter berörs dock av begränsningar, om producenterna inte hade berörts av begränsningar så hade lösningen till lönsamhets-maximerande problemet vara att producera så mycket som möjligt av allt som kunde säljas för mer än kostnaderna för den producerade varan (Debertin, 2012).

2.1.1 Lantbrukets produktionsekonomi

Lantbrukets produktionsekonomi behandlar i första hand ekonomisk teori i relation till producenten av jordbruksvaror.

Inom jordbruksekonomi antas det ofta att lantbruksföretagarens huvudsakliga mål är att maximera vinsten, vilket definieras som skillnaden mellan intäkterna från försäljning av grödor och djur samt kostnaderna för att producera dessa varor. Det är dock viktigt att beakta att enskilda lantbrukare kan ha olika och individuella målsättningar. En lantbrukare kan exempelvis sträva efter att äga den största gården i området, medan en annan kanske som mål att förfoga över den mest avancerade maskinparken. En tredjes personliga mål kan vara att minimera sin skuldsättning (Debertin, 2012).

För att underlätta för läsaren av denna studie kan det tänkas att det är en lantbrukare i denna studie som har som personligt mål att överväga ett skifte i sin foderstrategi. Från internationellt producerade proteinråvaror till foderråvaror som är enbart producerade i Sverige. För att den fiktiva lantbrukaren ska utföra denna förändring i sin foderstrategi använder sig lantbrukaren av täckningsbidrag som lämpligt nyckeltal för lönsamheten för att utvärdera förändringen.

2.1.2 Lönsamhet och täckningsbidrag

Lönsamhet definieras som ett tillstånd där ett företags intäkter överstiger dess kostnader, och utgör därmed en central indikator på företagets ekonomiska resultat. I praktiken innebär lönsamhet att verksamheten genererar vinst, vilket för många affärsverksamheter betraktas som det yttersta målet för framgång.

Täckningsbidraget är ett centralt nyckeltal inom företagsekonomisk analys som används för att bedöma i vilken utsträckning en enskild produkt bidrar till att täcka företagets gemensamma kostnader, det vill säga kostnader som inte är direkthänförbara till en specifik produkt. Produkter med högre täckningsbidrag anses generellt vara mer lönsamma, då de i större utsträckning bidrar till företagets totala resultat.

Täckningsbidrag används ofta som beslutsunderlag vid produktionsplanering och sortimentsval, särskilt när företaget behöver prioritera mellan olika produkter utifrån lönsamhet. Genom att analysera täckningsbidraget för respektive produkt kan företaget bedöma vilka produkter som mest effektivt bidrar till att täcka de fasta gemensamma kostnaderna.

Inom ramen för resultatplanering beräknas täckningsbidraget vanligtvis som skillnaden mellan försäljningsintäkt och rörlig kostnad per enhet.

I en bidragskalkyl definieras täckningsbidraget som differensen mellan en produkts särintäkt och särkostnad. Särintäkter och särkostnader avser de intäkter respektive kostnader som uppstår direkt till följd av att en viss produkt produceras – det vill säga sådana ekonomiska effekter som inte skulle förekomma om produktionen av produkten uteblev.

2.1 Optimeringsteori

Optimeringsteori är ett område inom matematik som fokuserar på att den bästa lösningen från en uppsättning av möjliga alternativ. Det inkluderar en målfunktion som ska representera kvantitet som ska optimeras, oavsett om det handlar om att maximera vinst, att minimera kostnad eller att uppnå något annat slags mål. När en optimering ska utföras brukar det finnas begränsningar som måste beaktas och därmed påverkar resulterande optimering, dessa är benämnda som nödvändiga och tillräckliga villkor (Debertin, 2002).

I sammanhanget kostnadsminimering avser nödvändiga villkor de kriterier eller faktorer som måste vara uppfyllda för att en viss kostnadsminimerande lösning över huvud taget ska vara möjlig. Dessa villkor är grundläggande för att ens kunna överväga en lösning som potentiellt kan minimera kostnaderna. I praktiken innebär nödvändiga villkor ofta begränsningar eller krav som måste beaktas för att kostnadsminimering ska vara möjlig. Dessa begränsningar kan vara av olika slag och kan inkludera faktorer som tillgängliga resurser, tekniska begränsningar, lagstadgade krav eller marknadsförhållanden (Debertin, 2002).

I sammanhanget kostnadsminimering avser tillräckliga villkor kriterier eller faktorer som, när de är uppfyllda, garanterar att en viss kostnadsminimerande lösning verkligen är optimal. Dessa villkor säkerställer att den identifierade lösningen verkligen representerar den lägsta kostnaden bland alla möjliga alternativ. Kostnadsminimeringsproblem uppstår vanligtvis inom ekonomi, operationsanalys och olika andra områden där organisationer strävar efter att minimera utgifterna samtidigt som de uppnår sina mål. Dessa mål kan variera från att minimera produktionskostnaderna för ett tillverkningsföretag till att minimera transportkostnaderna för ett logistikföretag (Debertin, 2002).

För att göra en förklaring av sambandet mellan nödvändiga och tillräckliga villkor kan formen av en kvadrat användas. En person vill ta reda på vad som gör en kvadrat till en kvadrat. Personen i fråga tar då reda på att den alltid har fyra hörn och dessa hörn är alltid rätvinkliga. Detta är de *nödvändiga villkoren* som en kvadrat alltid följer. Men det är även de villkoren som en rektangel har, på så sätt vet vi att personen i fråga inte tagit fram ett villkor som i sammanhanget gör att han får fram en kvadrat. Det som personen i fråga saknar är ett *tillräckligt villkor*, ett villkor som i sammanhanget med de nödvändiga villkoren får fram det han letar efter. Detta villkor benämns som det *tillräckliga villkoret* och i detta sammanhang är att sidorna måste vara lika långa. Vid sammanhanget av de tidigare nämnda *nödvändiga villkoren* är det inte klart att det tillräckliga villkoret kan uppnå sin uppgift. Om det nödvändiga villkoret om fyra hörn inte fanns så kan personens frågeställning lett till att hen får fram en femhörning med lika långa sidor istället.

På samma sätt blir det om personen i fråga inte klargör att hens form har fyra hörn, men inte att de är rätvinkliga så kan det resultera i att han får fram en parallelogram istället.

För att förklara sambandet mellan de nödvändiga och tillräckliga villkor i sammanhanget av foder kan beståndsdelens råprotein användas. Råprotein måste finnas i ett foder, ett nödvändigt villkor, men ett foder är inte tillräckligt om det enbart består av protein, på så sätt uppfyller det inte det tillräckliga villkoret. Foder kan enbart uppfylla det tillräckliga villkoret om det innehåller samtliga delar som ett foder måste innehålla. Det är en förenkling av sambandet som ska presenteras i studien, men kan agera som en grund i ett ämne som för många kan vara svårt.

Optimeringsfunktioner tar även hänsyn till beslutsvariabler som i sin tur ska beakta hur mycket av en viss råvara ska användas i kostnadsminimeringsfunktionen. Beslutsvariablerna är, i denna studies fall, de koncentrationer av råvara som ska användas i slaktkycklingfodret. Dessa koncentrationer/beslutsvariabler bygger då på priset för varan i förhållande till dess näringsinnehåll och därmed näringsvärde.

2.2 Linjär programmeringsteori

En produktionsfunktion har som mål att beskriva det tekniska förhållandet bland resursers användning för att producera en färdig produkt. Produktionsfunktionen är ett viktigt verktyg inom företagsdrift eftersom den ger insikt i hur resurser bör användas för att optimera produktionen. Genom att analysera resursförbrukning, kostnader för resurser och försäljningspriser för produkterna kan produktionsfunktionen ge vägledning om hur resurser bör fördelas för att minimera kostnaden (Debertin, 2002).

2.3 Formulering av linjär programmering

För att formulera linjärprogrammeringen involverar följande steg:

Vi låter:

i = komponenter i insatsvara, var $i= 1, 2, 3, \dots, m$

j = insatsvaror, var $j= 1, 2, 3, \dots, n$

X_j = Koncentration av foderråvaror j i fodermixen (beslutsvariabel)

X_t = Total kvantitet av foder som ska produceras i Kg

Z = Total kostnad av foderråvaror i foderformeln

C_j = Enhetskostnaden av foderråvara

a_{ij} = Mängd av tillgängligt näringsämne i råvara j

B_i = Krav av koncentration av näringsämne i foder för slaktkyckling

Objektsfunktionen är att kostnaden av foder ska minimeras med hjälp av produkten av ett pris för en vara multiplicerat med mängden av den varan:

$$\text{Min}_{X_j} Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j \quad (1)$$

Totala kostnaden av foder är ett resultat av kostnaden av råvara multiplicerat med koncentrationen av den råvaran, adderat med nästa råvara på samma sätt:

$$Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots C_n X_n \quad (2)$$

Objektsfunktionen är föremål till följande nödvändiga villkor:

Koncentrationer av adderade råvaror i foder ska resultera i 1 (kg):

$$1 = X_1 + X_2 + \dots X_n \quad (3)$$

Varav

$X_j =$ Koncentration av råvara j i fodermixen

Minimikrav: Dessa restriktioner har som mål att definiera minimikoncentrationer i formeln för ett visst näringsämne (a_i) som slaktkycklingfodret måste innehålla.

Summan av olika koncentrationer av näringsämne i respektive använd råvara, måste i resulterande foder minst innehålla foderreceptets krav på valt näringsämne:

$$a_{ij} \sum_{j=1}^n X_j \geq B_i \quad (4)$$

Varav

$a_{ij} =$ Mängd av näringsämne i foder av råvara j

$B_i =$ Krav av koncentrationen av näringsämne i foder för slaktkyckling

Maximikrav: Dessa restriktioner har som mål att definiera maxkoncentrationer av ett visst näringsämne (a_i) i fodret grundat i risk av kycklingarnas hälsa.

Summan av olika koncentrationer av näringsämne i respektive använd råvara, måste i resulterande foder högst innehålla foderreceptets krav på valt näringsämne:

$$a_{ij} \sum_{j=1}^n X_j \leq B_i \quad (5)$$

Varav

$a_{ij} =$ Mängd av näringsämne i foder av råvara j

$B_i =$ Krav av koncentrationen av näringsämne i foder för slaktkyckling

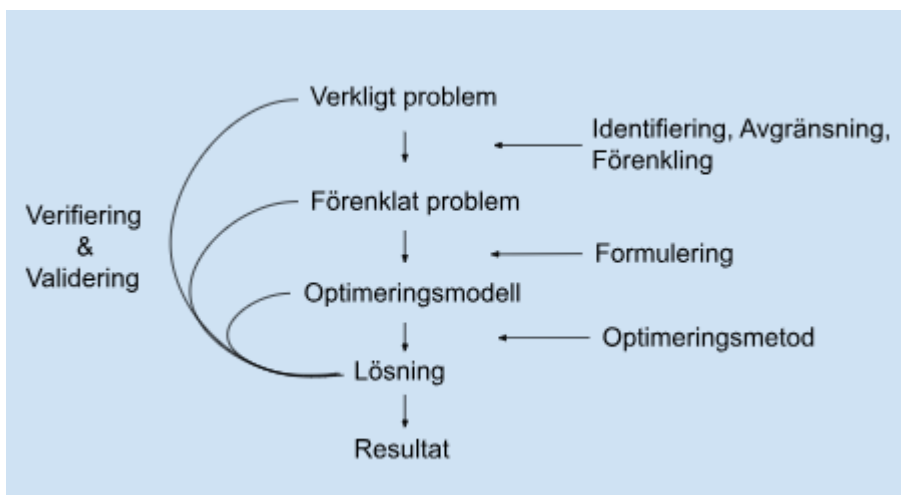
Icke-negativa begränsningar: De icke-negativa begränsningarna har som mål att försäkra optimeringen att inga värden blir negativa för att uppnå ett optimum.

$$X_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

Excel Solver Applikation till Linjär programmering har använts i det här studentarbete.

2.4 Optimeringsprocessen

Vid ett optimeringsproblem följs vanligen optimeringsprocessen som presenteras schematiskt av figuren nedan.



Figur 5: Schematisk bild av optimeringsprocessen. Inspirerad av Lundgren et al., 2008. Egen bearbetning.

Optimeringsprocessen börjar i det verkliga problemet, detta verkliga problem är ofta komplext. Problemet kan vara utsatt för lokala och små förutsättningar som kan göra problemet ej tillämbart till andra områden. Av detta skäl så förenklas det verkliga problemet med Identifieringar, Avgränsningar och Förenklingar. Det är i detta skede av processen som tillämpligheten av optimering ska tas i beaktning, om problemet är lösbart genom optimering. När lösningen som optimeringsmodellen utförd ska denna sedan valideras och verifieras mot det ursprungliga problemet grundat i hur väl problemet representeras av lösningen. Om problemet inte kan representeras så måste justeringar göras till optimeringen eller så finns det andra sätt att lösa problemet. När lösningen är validerad och verifierad erhålls ett resultat från optimeringsprocessen som har som mål att fastställa hur väl resultatet representerar problemfrågeställningen som ska analyseras (Lundgren et al., 2008).

3 Metod

Under metodkapitlet ska, för studien lämpliga, forskningsansatser och dess användningsområden presenteras. Beskrivningen av dessa forskningsansatser kompletteras med motivering och hur dessa forskningsmetoder används i undersökningen.

3.1 Forskningsmetod

Arbetsmetoder för företagsstudier kan delas upp i två huvudsakliga arbetssätt, kvalitativt och kvantitativt (Bryman & Bell, 2011). Den kvantitativa forskningsmetoden förhåller sig till positivistiskt perspektiv och prioriterar generaliserbara, kvantifierbara och statistiska resultat. Data som analyseras inom kvantitativa forskningsmetoden är ofta strukturerad och förändras sällan, och om så är fallet så förändras datautvinnande metoder i begränsad utsträckning. På så sätt blir data generaliserbar för att senare studier ska kunna replikera studien och dess resultat. Utöver kvantitativ arbetsmetod finns även kvalitativ arbetsmetod som agerar som den kvantitativa arbetsmetodens motpol. Metoden utgår inte längre från generaliserbara och replikerbara resultat utan strävar efter mer specifika och personliga data. Denna data extraheras från ostrukturerade intervjuer som kan anpassas efter respondenten för att syntetisera datainsamlingen. Detta är i sin tur mer resurskrävande per respondent och har därför ofta färre respondenter än en statistisk kvalitativ studie. På grund av den specifika och personliga data blir den kvalitativa arbetsmetoden därför svårare att replikera och på grund av att det är färre respondenter blir extraherad data mindre generaliserbar (Bryman & Bell, 2011).

Vid skrivandet av denna studie måste även studiens antagande kring läran om kunskap, epistemologi, klargöras. Den epistemologiska frågeställningen har som mål att presentera vad som betraktas som kunskap. Inom det epistemologiska antagandet finns det två huvudsakliga ståndpunkter, positivism och interpretivism. Positivism särskiljer sig från interpretivism vid tillämpningen av naturvetenskapliga metoder vid studier om sociala verkligheten. Varav interpretivism har som mål att ge tyngd i teori och tolkning av mänskligt agerande. Kort sagt kan skillnaderna även förklaras som att positivism har som mål att beskriva mänskligt

beteende medan interpretivism har som mål att förstå mänskligt beteende (Bryman & Bell, 2011).

Det ontologiska antagandet har som mål att klargöra för studien vilken ”lära om existerande”. Det vill säga om sociala entiteter ska anses vara objektiva entiteter som faktiskt existerar för externa aktörer eller om de ska anses som sociala konstruktioner skapta av personers tolkningar av denna entitet. Det finns två antagande som studier huvudsakligen förhåller sig till, objektivism och konstruktionism. Objektivism är antagandet att en entitets existerande inte grundar sig i aktörers samröre med själva entiteten, entiteten kan existera självständigt även om personer inte känner till dess existens. Konstruktionism är på så sätt objektivismens motpol, entiteter kan endast existera om aktörer/personer vet om dess existens och har samröre med denna entitet (Bryman & Bell, 2011).

För djupare förståelse av en studie kan studiens teoretiska ansats presenteras, varav det huvudsakligen finns två stycken, induktiv och deduktiv ansats. Den induktiva ansatsen fokuserar på att skapa teori som resultat av forskning. Varav deduktiv ansats har som mål att använda existerande data och samlad empiri för att pröva eller omformulera existerande teori (Bryman & Bell, 2011).

Den här studien kommer främst anamma en kvantitativ metodik då den data som studien baseras på är relativt standardiserad och hämtas från en opartisk hemsida, samt en studie som genomgått kollegial granskning. Data är även numerisk och ska användas som grund för att utveckla recept som grundar sig i att skapa ett effektivt foder som uppfyller numeriska krav. Den epistemologiska och ontologiska antagandena som studien förhåller sig till är positivism respektive objektivism då siffrorna är värderingsfria. Studiens ansats förhåller sig till deduktion då studien har som mål att förhålla sig till existerande teori och denna teori syntetiserar analysen av det empiriska problemet (Bryman & Bell, 2022).

3.2 Litteraturgenomgång

Inom litteraturgenomgången finns det två huvudsakliga tillvägagångssätt, narrativ och systematisk granskning. Den narrativa granskningen har som mål att berika diskurs genom att generera förståelse snarare än att samla på kunskap. Narrativ granskning tenderar därför till att vara spridd i dess omfattning. Systematisk granskning har som mål att minimera författarens partiskhet genom så pass stor litteraturgenomgång att replikerbarhet uppnås (Bryman & Bell, 2011). På grund av att den systematiska litteraturgenomgången är så resursintensiv, resulterar detta i att studien istället använder sig av den narrativa granskningen.

Under studiens gång har litteratursökningen gjorts genom olika databaser, däribland SLU Primo, Web of Science och Google scholar. Under arbetets gång har även en bibliotekarie varit behjälplig för att få tillgång till Ultunas arkiv. Sökningarna har resulterat i hittandet av arbeten som har utförts både i Sverige och internationellt. Nyckelorden som använts vid sökning har varit: *Cost minimization problem, feed calculation, poultry feed, amino acids*.

3.3 Forskningsdesign

Inom forskning inom företagsekonomi bistår forskningsdesignen med ramverket för vilket datasamlingen och dataanalysen ska förhålla sig till. Val av forskningsdesign ska reflektera hur olika dimensioner och beslut prioriteras under forskningsprocessen (Bryman & Bell, 2011).

Den här studien har som mål att belysa ekonomisk påverkan av ett byte av ett existerande foder mot ett fiktivt foder. På grund av denna belysning av ekonomisk skillnad har komparativ studie valts som forskningsdesign. Komparativ design ska använda sig av samma metod mot objekten. Metoden har för avsikt att förkroppsliga logiken bakom jämförelse, och menar på att vi som personer kan få djupare förståelse för sociala fenomen när de är satta i förhållande till varandra (Bryman & Bell, 2011).

3.4 Datainsamling

Primär- och sekundärdata är de två huvudsakliga typerna av data som samlas in vid empiriska studier. Primärdata är då data som forskaren själv tar fram för analysen medan sekundärdata är data som samlats in från andra parter, såsom andra forskare, institutioner och andra organisationer (Bryman & Bell, 2011).

Sekundärdata är data som ursprungligen samlades in för andra syften för den rådande studien, av denna anledning är det viktigt att säkerställa att denna data är pålitlig. Ett sätt att säkerställa denna pålitlighet är att samla data från ett stort dataunderlag för att få en uppfattning om vad som är rimligt, samt att data är utgiven av säkra källor. Primärdata är samlad av forskaren själv och på sätt garanterad, för forskaren själv, pålitlig och anpassad för att besvara den ursprungliga frågeställningen. Att samla primärdata kan dock vara svårt, ta tid och kräva att den ursprungliga forskaren måste arbeta tvärvetenskapligt. Denna eventuella tvärvetenskapliga insats kan då resultera i tidskrävande processer som tar tid från besvarandet av den huvudsakliga frågeställningen (Bryman & Bell, 2011). Denna

studie tillämpar både en sekundäranalys av data tillsammans med insamling av primärdata.

3.5 Reliabilitet

I grunden rör frågan om reliabilitet kring konsistensen av den data som samlats in. För att se om ett mått följer reliabilitet så är det tre faktorer som det tas hänsyn till, stabilitet, intern reliabilitet och inter-observerande konsistens. Den förstnämnda faktorn, stabilitet har ett tidsperspektiv kopplat till själva svaren. Den följande faktorn, intern stabilitet, har ett indexerande perspektiv kopplat till svaren, svaren som respondenterna ges i förhållande till något annat. Den sistnämnda faktorn, inter-observerande konsistens är grundat i huruvida subjektiva omdömen kring observationen av data eller hur översättningen av data har skett. Detta är speciellt viktigt att ha i åtanke när det gäller sekundärdata (Bryman & Bell, 2011).

Kopplat till den här studien gäller det främst prissättningarna då de är framtagna från säljare och rådgivare som arbetar på organisationer såsom Lantmännen och Svenska Foder. Det kan också gälla råvarornas sammansättningar av näringsämnen, då dessa kan ändras i samband med väder och klimat, något som kan ändras från till år (Correl, 1994).

3.6 Validitet

Validitet handlar om frågan kring om det som mäts ut faktiskt mäter det som önskas mätas. Ett exempel på denna fråga är mätningen av en persons IQ, målet med IQ är att det ska reflektera en persons intelligens, men då är frågan om frågorna som utmärker ett IQ-test verkligen testar och mäter en persons intelligens (Bryman & Bell, 2011).

Inom kvantitativ finns det flera olika sätt att fastställa validitet, det är huvudsakligen fem olika sätt, och benämns som; *face validity*, *concurrent validity*, *predictive validity* och *convergent validity*. Det förstnämnda, *face validity*, handlar om när forskaren själv utvecklar en ny måttenhet som ska reflektera innehållet i den studies koncept. Det efternämnda, *concurrent validity*, sätter forskaren ett nutida kriterie som de olika fallen är kända att differentiera sig vid. *Predictive validity* fungerar ungefär på samma sätt som *concurrent validity*, men jobbar med framtida kriterier. Det som båda validitetssätt har gemensamt är att de lägger tyngd och anpassar studier som har frånvarande respondenter. *Construct validity* handlar om att ifrågasätta respondenterna om det finns en viss partiskhet i det störresammanhanget som studier utförs i. Det sistnämnda sättet för att fastställa validitet, *Convergent*

validity, är att forskaren ska jämföra måtten inom samma koncept, men var utvecklat genom andra metoder (Bryman & Bell, 2011). Den här studien har använder sig av face validity då studien har som mål att utveckla nya mått i form av foder som än inte utvecklats.

3.7 Urval

Att presentera forskarens resonemang kring urvalet i studien är relevant för att stärka studiens reliabilitet och validitet. Forskaren måste försäkra att urvalet är relevant för studien, relevant för tiden och andra kontextuella förutsättningar. Urvalet måste även ske på ett opartiskt sätt, både från forskarens sida och på ett sätt som säkerställer att innehållet i data är opartisk (Bryman & Bell, 2011).

Studiens urval är fokuserat på de råvaror som ska studeras för ett kostnads-optimerat foder. Det är även viktigt att detta urval är baserat på vad som kan odlas i Sverige men också att det följer vad som kan förväntas näringsmässigt av vad som odlas i Sverige. Valet av foderråvaror baseras på foderkompendiet "Fodermedel och foder till värphöns och slaktkycklingar" som ursprungligen skrevs av Klas Elwinger och som sedan reviderades av Emma Ivarsson 2023. Två forskare vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Datan som samlas in i denna studie är kvantitativ då foderråvaror i denna studie agerar som en sammansättning av näringsämnen för en viss kostnad. Näringsämnen och kostnad är de värden som kostnadsminimeringen tar hänsyn till för att uppnå fodrets innehåll av råvaror. Insamling av datan har främst skett genom att läsa råvarors innehåll på hemsidan feedtables, vetenskapliga rapporter, lantmännens internethandel (LM2) och vid intervju med spannmålssäljare hos Lantmännen och Svenska Foder.

3.8 Dataanalys

Feedtables är en hemsida skapad av Institut national de la recherche agronomique (INRA) och Centre de coopération Internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD). Varav INRA är det franska nationella forskningsinstitutet för jordbruk, och CIRAD är den franska centret för jordbruksforskning och internationellt samarbete för hållbar utveckling i tropiska medelhavsområdena. Feedtables är även stöttat av European Federation of Animal Science (EAAP). EAAP är den europeiska federationen för djurvetenskap som syftar till att förbättra kunskapen och forskningsresultat inom husdjursuppfödning. Feedtables agerar som den huvudsakliga källan för foderråvarornas innehåll då

hemsidan innehåll för majoriteten av foderråvaror som studeras om i denna studie och med dess meriter i bakgrunden bedöms källan som tillförlitlig. Databasinsamlingen är enkelt utformad på denna hemsida då man enbart söker efter en råvara och därefter redovisas innehållet i råvaran i en matris.

Vid produktion av foder jämfört med produktion av livsmedel är det olika kvalitetskrav, det kan ses vid jämförelse av godkänd foderproduktion enligt Jordbruksverket (2024) och godkänd livsmedelsproduktion enligt Livsmedelsverket (2024). Detta resulterar i att samma råvara ämnad för humankonsumtion ofta är dyrare än samma råvara ämnad för foder till djur. Det är ett resultat av hårdare hygienlagar och kvalitetskontroller som är grunderna till de högre prissättningarna för livsmedelsproduktion. Med denna information i åtanke kan det tänkas att mjölmaskens kostnad kan minska då priset är satt efter nötköttspriserna vilket var 42 kronor per kilogram vid tidpunkten av telefonintervjun.

4 Empiri

I följande kapitel ska erhållen data från litteraturen gås igenom samt hur denna sekundärdata kommer att användas för att erhålla primärdata från givna modeller. Detta empiriska resultat kommer sedan att diskuteras i kommande kapitel.

4.1 Ingående Data

För att underlätta förståelsen av studien så har näringsinnehållen i råvarorna delats upp i en förenklad och en tabell som är mer extensiv. Varav den förenklade tabellen innehåller endast vegetabilier och insekter, och presenteras nedan, medan den mer utförliga tabellen innehåller alla insatsvaror och presenteras i bilagorna.

Tabell 1: Förenklad tabell av utforskade råvaror och deras näringsammansättning. Egen bearbetning

| Råvara | Pris | ME (MJ) | Råprotein (g/kg) | Sis LYS. (g/kg) | Sis MET. (g/kg) | Sis MET.+ CYS. (g/kg) | Sis THR. (g/kg) | Fett (g/kg) |
|------------------|------|------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------|
| Vete | 2,3 | 12 | 110 | 2,6 | 1,6 | 3,9 | 2,7 | 14 |
| Korn | 1,95 | 10,9 | 99 | 3 | 1,5 | 3,2 | 2,6 | 16 |
| Havre | 2,41 | 9,9 | 94 | 3,59 | 1,47 | 4,01 | 2,92 | 47 |
| Rågvete | 1,91 | 11,7 | 100 | 3,2 | 1,6 | 3,5 | 2,6 | 12 |
| Vetekli | 1,62 | 6,6 | 153 | 4,6 | 1,9 | 4,3 | 3,5 | 33 |
| Vetefodermjöl | 2,64 | 12,4 | 133 | 4,1 | 1,8 | 4,1 | 3,4 | 24 |
| Vitbl. Åkerböna. | 3,43 | 10,1 | 267 | 14,8 | 1,6 | 4,1 | 7,4 | 10 |
| Lucernmjöl | 4,72 | 4,7 | 183 | 5,7 | 1,6 | 2,9 | 4,6 | 27 |
| Linfrömjöl | 7 | 8,7 | 320 | 10,4 | 5,3 | 9,3 | 9,5 | 34 |
| Raps helfrö | 4,15 | 13,9 | 186 | 9 | 3,6 | 7 | 6,7 | 441 |
| Rapsmjöl | 3,63 | 6,1 | 339 | 14,1 | 6 | 12,1 | 10,6 | 22 |
| Rapskaka | 3,79 | 13,8 | 311 | 13,3 | 5,9 | 12,4 | 10,7 | 174 |
| Ärtor | 2,86 | 10,2 | 203 | 13,4 | 1,7 | 3,9 | 6,6 | 12 |
| Ärtproteinconc. | 30 | 13,9 | 780 | 41,5 | 5,4 | 11 | 20,4 | 44 |
| Potatisprotein | 17,5 | 12,4 | 772 | 54,2 | 16,5 | 24 | 39,5 | 6 |
| Mjölmask | 42 | 20,5 | 477 | 29,9 | 8 | 30,3 | 19,4 | 337 |

All data angående näringsammansättningarna i de vegetabiliska råvarorna är hämtade från hemsidan feedtables.com. Data kring priserna på insatsvarorna är hämtade från olika säljare av spannmål, men också inköpare och säljare av foder till slaktkyckling. För råvaror som är hanterade i små volymer såsom vitblommig åkerböna var det Victor Ebel, en spannmålshandlare från Svenska Foder som bistod med information från kollegor från Danmark. Vid prissättning av icke-vegetabiliska insatsvaror, såsom rena aminosyror och mineraler, så bistod foderrådgivaren Maria Hallbäck från Vallberga Lantmän med schablonmässiga marknadspriser. Prissättningen av mjölmask är hämtad från en intervju med Nils Österström, VD för Tenebrito, en producent av mjölmaskar ämnade för humankonsumtion.

4.2 Modellkonstruktion

För att effektivt och verklighetsanpassat analysera data, behövs kostnader baserade på verkligt använda priser för att kunna kostnads-optimera. På grund av att foder är en väsentlig kostnad för uppfödare av slaktkyckling så har studien valt att börja med en kostnadsoptimeringsmetod av linjär typ vilket möjliggör analys av den Lagranska multiplikatorn. Denna multiplikator har då som mål att ta hänsyn till samtliga faktorer som presenteras för den i linjäroptimeringen. Optimeringsproblemet variabler genererar även information kring problemet om restriktioner hade ändrats eller tillåtna prisfluktuationer för att koncentrationerna i fodret hade ändrats. Dessa förändrade egenskaper i råvarorna samlas under begreppet skuggpris.

4.3 Empirisk optimeringsmodell

Den empiriska optimeringsmodell som ska tillämpas till den här studien är baserad på objektsfunktioner och restriktionsfunktioner. Funktioner som minimeringsproblemet ska förhålla sig till. Restriktionerna är baserade på råd från sakkunniga inområdet såsom, Helena Wall, professor vid institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd vid SLU. Även sakkunniga inom foderproduktionen som säljs till uppfödarna och det är då främst, Åsa Sörensson och Maja Hoffer, foderoptimerare på Lantmännen. Den första funktionen som ges ut av det som presenteras nedan är objektsfunktionen, vars funktion innehåller summan av alla råvarors kostnader som ska minimeras.

$$\begin{aligned}
\text{Min } Z = & 2,3X_1 + 1,95X_2 + 2,41X_3 + 1,91X_4 + 3,16X_5 + 1,62X_6 & (7) \\
& + 2,64X_7 + 3,43X_8 + 4,72X_9 + 7X_{10} + 4,15X_{11} + 3,63X_{12} + 3,79X_{13} \\
& + 2,86X_{14} + 35X_{15} + 17,5X_{16} + 42X_{17} + 3X_{18} + 10X_{19} + 3,81X_{20} \\
& + 0,76X_{21} + 2X_{22} + 4,1X_{23} + 6X_{24} + 8,59X_{25} + 23X_{26} + 29X_{27} \\
& + 19,36X_{28} + 18,65X_{29} + 51,2X_{30} + 19,2X_{31} + 76,7X_{32} + 91,14X_{34} \\
& + 20X_{35} + 8,11X_{36} + 0X_{37}
\end{aligned}$$

4.4 Kostnadsoptimerat foder

I optimeringsprocessen beaktas råvarornas näringsvärden samt de begränsningar som kycklingfoder kräver. De näringsvärden som hittas i ”4.1 Ingående data” implementeras därefter i optimeringsmodellen vilket resulterar i att ett recept genereras för det kostnadsminimerade fodret.

Tabell 2: Tabell över råvaror, deras variabelbeteckning, intervall över deras tillåtna koncentrationer och optimal koncentration i fodret. Egen bearbetning

| Näringsämne | Beteckning | Minsta tillåtna gräns | | Optimerat värde | Övre tillåtna gräns |
|--------------------------|-----------------|-----------------------------|---|--------------------|---------------------------|
| Vete | X ₁ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 60,00% |
| Korn | X ₂ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 25,00% |
| Havre | X ₃ | 0 | < | 0,00% | < 15,00% |
| Rågvete | X ₄ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 10,00% |
| Majs | X ₅ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ |
| Vetekli | X ₆ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 5,00% |
| Vetefodermjöl | X ₇ | 0 | ≤ | 10,00% | ≤ 10,00% |
| Vitblommig Åkerböna | X ₈ | 0 | ≤ | 7,70% | ≤ 20,00% |
| Lucernmjöl | X ₉ | 0 | ≤ | 3,27% | ≤ 5,00% |
| Linfrömjöl | X ₁₀ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 12,00% |
| Hela rapsfrö | X ₁₁ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 7,00% |
| Rapsmjöl | X ₁₂ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 7,00% |
| Rapskaka | X ₁₃ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 7,00% |
| Ärtor | X ₁₄ | 0 | ≤ | 30,00% | ≤ 30,00% |
| Ärtproteinkoncentrat | X ₁₅ | 0 | ≤ | 1,40% | ≤ |
| Potatisproteinkoncentrat | X ₁₆ | 0 | ≤ | 13,05% | ≤ |
| Mjölmask | X ₁₇ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ |
| Majsstärkelse | X ₁₈ | 0 | ≤ | 26,24% | ≤ |
| Rapsolja | X ₁₉ | 0 | ≤ | 4,06% | ≤ |
| Natriumfosfat | X ₂₀ | 0 | ≤ | 0,38% | ≤ |
| Calcium karbonat | X ₂₁ | 0 | ≤ | 0,70% | ≤ |
| Salt | X ₂₂ | 0 | ≤ | 0,13% | ≤ |
| Kalciumfosfat | X ₂₃ | 0 | ≤ | 1,53% | ≤ |
| Natriumbikarbonat | X ₂₄ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ |
| Monokalciumfosfat | X ₂₅ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ |
| Cystein | X ₂₆ | 0 | ≤ | 0,20% | ≤ 0,20% |
| Metionin | X ₂₇ | 0 | ≤ | 0,20% | ≤ 0,20% |
| Lysin | X ₂₈ | 0 | ≤ | 0,20% | ≤ 0,20% |
| Treonin | X ₂₉ | 0 | ≤ | 0,15% | ≤ 0,15% |
| Valin | X ₃₀ | 0 | ≤ | 0,20% | ≤ 0,20% |
| Isoleucin | X ₃₁ | 0 | ≤ | 0,20% | ≤ 0,20% |
| Arginin | X ₃₂ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 0,20% |
| Tryptophan | X ₃₃ | 0 | ≤ | 0,20% | ≤ 0,20% |
| Leucin | X ₃₄ | 0 | ≤ | 0,20% | ≤ 0,20% |
| Vit, Trace el premix | X ₃₅ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ 5,00% |
| Vatten | X ₃₆ | 0 | ≤ | 0,00% | ≤ |

Efter att koncentrationerna av råvarorna i receptet genererats tas dessa i beaktning till den huvudsakliga kostnadsfunktionen för att syntetisera det slutgiltiga priset. Optimeringsmodellen har som mål att redovisa optimala koncentrationen för att minimera priset. Redovisningen av uträkningen av det slutgiltiga priset räknas ut nedanför.

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 2,64 * 0,1 + 3,43 * 0,077 + 4,72 * 0,033 + 2,86 * 0,3 + 35 * 0,014 + \\ & 17,5 * 0,131 + 3 * 0,262 + 10 * 0,041 + 3,81 * 0,004 + 0,76 * 0,007 + 2 * 0,001 + \\ & 4,1 * 0,015 + 23 * 0,002 + 29 * 0,002 + 19,36 * 0,002 + 18,65 * 0,0015X_{29} + \\ & 51,2 * 0,002 + 19,2 * 0,002 + 91,14 * 0,002 + 20X_{35} + 8,11X_{36} + 0X_{37} = 6,13 \end{aligned}$$

Givet av koncentrationer från optimeringsmodellen och priser från sakkunniga inom området blir det slutgiltiga kostnaden från användbara råvaror ca 6,13 kronor per kilogram foder. Det måste noteras att detta pris beaktar endast ingående råvaror och beaktar inte förädlingskostnader som uppstår hos foderproducenten. Vid diskussion med sakkunnig inom området (Carolin Johansson på svenska foder ska kolla om jag ska ha detta anonymt), framgick det att tillverkningskostnaden schablonmässigt landar på en kostnad om 25 till 30 öre per kilo foder. För enkelhetens skull görs antagandet att tillverkningskostnaden blir densamma för studiens foder som ett konventionellt nutida foder. Detta resulterar då i att foderkostnaden ut till kund blir $6,13 + 0,3 = 6,43$ kronor

Det kostnadsminimerade fodret måste även förhålla sig till restriktioner kring koncentrationer av näringsämnen som är tillåtna. Dessa restriktioner på näringsämnen redovisas i tabellen nedan.

Tabell 3: Tabell över fodrets näringsinnehåll och intervallet av tillåten koncentration av givet näringsämne. Egen bearbetning

| Näringsämne | Minsta tillåtna gräns | | Optimerat värde | | Övre tillåtna gräns |
|-----------------------|-----------------------|---|-----------------|---|---------------------|
| ME (MJ) | 12,8 | ≤ | 12,8 | ≤ | 100 |
| Råprotein | 215 | ≤ | 225,29 | ≤ | 1000 |
| sis LYS | 11,8 | ≤ | 15,06 | ≤ | 1000 |
| sis MET | 5,1 | ≤ | 5,1 | ≤ | 1000 |
| sis Met+Cys | 9,2 | ≤ | 9,31 | ≤ | 1000 |
| sis THR | 7,9 | ≤ | 10,02 | ≤ | 1000 |
| sis Valin | 9,1 | ≤ | 12,46 | ≤ | 1000 |
| sis Isoleucine | 8 | ≤ | 11,04 | ≤ | 1000 |
| sis Arginine | 12,7 | ≤ | 13,40 | ≤ | 1000 |
| sis Tryptophan | 1,9 | ≤ | 3,95 | ≤ | 1000 |
| sis Leucine | 13 | ≤ | 18,21 | ≤ | 1000 |
| Sis Cystein | 0 | ≤ | 4,19 | ≤ | 1000 |
| Fett | 40 | ≤ | 60 | ≤ | 60 |
| Linolic acid | 12 | ≤ | 12 | ≤ | 1000 |
| Stärkelse | 0 | ≤ | 424,05 | ≤ | 1000 |
| Socket | 0 | ≤ | 21,79 | ≤ | 1000 |
| Fiber | 0 | ≤ | 32,59 | ≤ | 1000 |
| Kalcium | 7,5 | ≤ | 7,5 | ≤ | 15 |
| P tot | 0 | ≤ | 6,28 | ≤ | 1000 |
| a P | 4,2 | ≤ | 4,2 | ≤ | 8,4 |
| Kalium | 6 | ≤ | 6 | ≤ | 9 |
| Na | 1,8 | ≤ | 1,8 | ≤ | 2,3 |
| CL | 1,8 | ≤ | 1,8 | ≤ | 2,3 |
| Xantophyll | 0 | ≤ | 0,99 | ≤ | 1000 |

4.5 Produktkalkyler

Produktkalkylering består huvudsakligen av två typer av kalkylering, bidragskalkylering och självkostnadskalkylering. Den förstnämnda, bidragskalkylering, används främst vid analysering av en produkts särkostnad när företaget i fråga producerar flera olika produkter. Den sistnämnda, självkostnadskalkylering, används främst vid beräkning av särkostnad hos ett företag med en eller få produkt(er) (Björn Lundén 2024).

Den här studien kommer fokusera på fiktiva företag som föder upp slaktkyckling och därför endast en produkt som produceras. Som nämndes tidigare så är självkostnadskalkylering bättre anpassad för företag med endast en produkt, därför väljs denna typ av produktkalkylering.

4.6 Genomsnittlig gård

Under 2021 slaktades det 109 miljoner kycklingar, kycklingar som producerades bland totalt 120 uppfödare. Detta leder till en genomsnittlig produktion om cirka 900 000 kycklingar per år. Enligt svensk fågel har genomsnittsgården cirka 7 omgångar per år (Svensk Fågel, 2017), detta leder till en genomsnittlig omgångsstorlek om cirka 146 857, cirka 150 000 per omgång. Med en begränsning om 25 kycklingar per kvadratmeter (Jordbruksverket, 2024), resulterar detta i en genomsnittlig gård om 5 874 kvadratmeter. I studiens syfte avrundas den här siffran till 6000 kvadratmeter.

Vid en intervju med en slaktkycklingproducent framgick det att kostnaden för ett färdigbyggt slaktkycklingstall, år 2023, var cirka 45 miljoner svenska kronor. Då kan antaganden göras kring räntebetalningar och räntabilitet av antingen eget eller totalt kapital. Vid uträkningen av räntabilitet av totalt kapital ska vinsten adderat med finansiella intäkter divideras med totalt kapital.

4.7 Fiktiva företag

För att möjliggöra en jämförelse mellan två företag och deras finansiella situationer måste fiktiva företag med identiska förutsättningar upprättas, med undantag för foderkostnaden. Dessa företag har upprättats med hjälp av Agriwise som är ett program upprättat av Jordbruksverket grundat i lantbruksstatistik för att hjälpa de i jordbruksbranschen att ekonomiskt planera deras verksamheter.

Enligt Agriwise är dessa företag belägna i Skåne, vilket kan ha betydelse för elpriserna i de fiktiva företagen. Grundförutsättningarna för gårdarna presenteras nedan medan gårdarnas ekonomiska förutsättningar presenteras i ”4.5.1 Konventionellt foder” och ”5.4.2 Foder med Svenska råvaror”.

Tabell 4: Grundförutsättningar för jämförelsegårdarna

| Förutsättningar | |
|---------------------------------------|---------|
| Stallstorlek (m ²) | 6000 |
| Antal omgångar | 7 |
| Foderförbrukning/foderkvot | 1,7 |
| Dödlighet (%) | 2 |
| Max Beläggningar (Kg/m ²) | 36 |
| Kassation vid slakt (%) | 2 |
| Årsproduktion av antal kycklingar | 882 000 |

4.7.1 Konventionellt foder

Det här delkapitlet har som mål att belysa en slaktkycklinguppfödarens schablonmässiga resultat, vars data är hämtad från Agriwise. Detta är gjort för att underlätta jämförelsen mellan de ekonomiska påföljderna av en ändring i foderstaten till svenska proteinråvaror.

Tabell 5: Särintäkter för en kycklinggård med konventionellt foder. Egen bearbetning

| Benämning | Kvantitet | Enhet | Kr/enhet | Summa särintäkter | Total kvantitet | Total summa (Kr/enhet*Tot . Kvant) | Kr/prod.enhet |
|---------------|-----------|-------|----------|----------------------|-----------------|------------------------------------------|---------------|
| Slaktkyckling | 35,3 | kg | 14,5 | 512 kr/kvm | 1 482 600 | 21 497 700 kr | 14,22 |
| SK-gödsel | 0,21 | Ton | 794 | 169 kr/kvm | 8 921 | 7 083 115 kr | 4,68 |
| Summa: | | | | 680 kr/kvm | | 28 580 815 kr | 18,90 |

Tabellen ovan har som mål att redovisa schablonmässiga särintäkter för en kycklinguppfödare. Som kan tydas ur tabellen är den summerade intäkterna 680 kr per kvadratmeter och en total årsintäkt om 28 580 815 kronor.

Tabell 6: Särkostnader för en kycklinggård med konventionellt foder. Egen bearbetning

| Benämning | Kvantitet | Enhet | Kr/enhet | Summa särkostnader | Total kvantitet | Total summa | Kr/prod.enhet |
|--------------------------|-----------|-----------|-------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-----------------|
| Daggammalkyckling | 21,4 | St | 4,85 | 104 | 898 800 | 4 359 180 | 2,88 |
| Foderblandning | 61 | Kg | 5,00 | 305 | 2 562 000 | 12 810 000 | 8,47 |
| Diverse kostnader | 1 | St | 16,15 | 16 | 42 000 | 678 266 | 0,45 |
| El | 11,5 | kWh | 1,46 | 17 | 483 000 | 705 180 | 0,47 |
| Eldningsolja | 1,4 | Liter | 14,39 | 20 | 58 800 | 846 132 | 0,56 |
| Underhåll | 0,12 | St | 40,92 | 5 | 5 040 | 206 253 | 0,14 |
| Summa: | | | | 467 kr | | 19 605 012 kr | 12,97 kr |
| Täckningsbidrag 1 | | | | 217 kr | | 8 975 803 kr | 5,94 kr |

I tabellen ovan är kostnader som ska användas för jämförelse skrivna i fetstil, då dessa kostnader är de som kommer att förändras och studeras under studiens gång. I det fiktiva företag som använder sig av konventionellt foder har en kostnad om 467 kronor per kvadratmeter per år, vilket resulterar i en total kostnad om 19 605 012 kronor per år. Detta resulterar då i ett täckningsbidrag 1 om 217 kronor per kvadratmeter och totalt 8 975 803 kronor.

Tabell 7: Täckningsbidrag 2 för en kycklinggård med konventionellt foder. Egen bearbetning

| Benämning | Kvan titet | Enhet | Kr/enhet | Summa särkostnader | Total kvantitet | Total summa | Kr/prod.enhet |
|--------------------------|---------------|-------|----------|-----------------------|--------------------|-------------------|---------------|
| Arbete | 0,06 | Tim | 271 | 16 | 2 520 | 682 920 | 0,45 |
| Ränta rörelsekapital | -109 | Kr | 0,07 | -8 | -4 578 000 | -320 460 | -0,21 |
| Ränta djurkapital | 13 | Kr | 0,07 | 1 | 630 000 | 44 100 | 0,03 |
| Summa särkostnader 2 | | | | 10 kr | | 406 560 | 0,27 |
| Täckningsbidrag 2 | | | | 204 | | 406 560 kr | 5,67 |

I tabellen ovan belyses schablonmässiga ekonomiska förutsättningar som en konventionell slaktkycklinggård innehar, enligt Agriwise. Vad som är intressant för den här studien är de foderkostnader och hur dessa foderkostnader påverkar täckningsbidragen. I den konventionella gårdens fall utgår Agriwise från att 61 kilogram foder används per kvadratmeter. Vid diskussioner med Lantmännens foderrådgivare var priset för foder ut till kund runt 5 kronor per kilogram (Per personligt meddelande 2024/03/22). Dessa två förutsättningar resulterar då i en kostnad om 305 kronor per kvadratmeter vilket resulterar i att täckningsbidrag 2 blir 204 kronor per kvadratmeter.

4.7.1 Foder med svenska proteinråvaror

Detta delkapitel har som mål att belysa foderändringarnas ekonomiska påföljder. Detta är gjort genom att dela upp tabellerna för att underlätta för läsaren att följa intäkter, kostnader och täckningsbidrag 1 och 2.

Tabell 8: Särintäkter för en kycklinggård som använder svenskproducerade proteinråvaror. Egen bearbetning.

| Benämning | Kvantitet | Enhet | Kr/enhet | Summa särintäkter | Total kvantitet | Total summa (Kr/enhet*Tot . Kvant) | Kr/producerad enhet |
|---------------|-----------|-------|----------|----------------------|-----------------|------------------------------------------|------------------------|
| Slaktkyckling | 35,3 | kg | 14,5 | 512 kr/kvm | 1 482 600 | 21 497 700 kr | 14,22 |
| SK-gödsel | 0,21 | ton | 794 | 169 kr/kvm | 8 921 | 7 083 115 kr | 4,68 |
| Summa: | | | | 680 kr/kvm | | 28 580 815 kr | 18,9 |

Tabellen ovan har som mål att belysa de totala intäkter som en slaktkyckling-uppfödare schablonmässigt uppnår enligt Agriwise. Denna data är densamma som slaktkycklingföretaget med konventionellt foder då studien ska endast jämföra foderkostnaden och dess betydelsen medan allt annat är lika.

Tabell 9: Särkostnader för en kycklinggård som använder svenskproducerade proteinråvaror. Egen bearbetning.

| Benämning | Kvantitet | Enhet | Kr/enhet | Summa särkostnader | Total kvantitet | Total summa | Kr/producerad enhet |
|--------------------------|-----------|-----------|-------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Daggammalkyckling | 21,4 | St | 4,85 | 104 | 898 800 | 4 359 180 | 2,88 |
| Foderblandning | 61 | Kg | 6,43 | 392 | 2 562 000 | 16 473 660 | 10,9 |
| Diverse kostnader | 1 | St | 16,15 | 16 | 42 000 | 678 266 | 0,45 |
| El | 11,5 | kWh | 1,46 | 17 | 483 000 | 705 180 | 0,47 |
| Eldningsolja | 1,4 | Liter | 14,39 | 20 | 58 800 | 846 132 | 0,56 |
| Underhåll | 0,12 | St | 40,92 | 5 | 5 040 | 206 253 | 0,14 |
| Summa: | | | | 554 kr | | 23 268 672 | 15,39 kr |
| | | | | | | kr | |
| Täckningsbidrag 1 | | | | 126 kr | | 5 312 143 kr | 3,51 kr |

Tabellen ovan har som mål att belysa kostnader som en slaktkycklinguppfödare kan erfara när foderstaten går över till proteinråvaror producerade i Sverige. De kostnader som ska användas för jämförelse och de som är ändrade är markerade i fetstil.

Tabell 10: Täckningsbidrag 2 och särkostnader 2 för en gård som använder svenskproducerade proteinråvaror. Egen bearbetning.

| Benämning | Kvantitet | Enhet | Kr/enhet | Summa särkostnader | Total kvantitet | Total summa | Kr/producerad enhet |
|--------------------------|-----------|-------|----------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Arbete | 0,06 | Tim | 271 | 16 | 2 520 | 682 920 | 0,45 kr |
| Ränta rörelsekapital | -121 | Kr | 0,07 | 8 | 5 082 000 | 355 740 | 0,24 kr |
| Ränta djurkapital | 15 | Kr | 0,07 | 1 | 630 000 | 44 100 | 0,03 kr |
| Summa | | | | 10 kr | | 406 560 kr | 0,27kr |
| särkostnader 2 | | | | | | | |
| Täckningsbidrag 2 | | | | 117 kr | | 4 905 583 kr | 3,24 kr |

I tabellen ovan belyses schablonmässiga ekonomiska förutsättningar som en slaktkycklingsgård som använder svenskproducerade proteinvaror innehar, enligt Agriwise. Likväl som i den konventionella foderstaten antas det att det går åt 61 kilogram foder per kvadratmeter. Till skillnad från det konventionella fodret är kostnaden för ett kilo foder med svenskproducerade proteinråvaror 6,43 kronor per kilogram vilket förändrar produktkalkylerna. Produktkalkylerna för gården med svenskproducerade proteinråvaror har foderkostnader om 392 kronor per kvadratmeter. Dessa kostnader resulterar då i att täckningsbidrag 2 blir 116 kronor per kvadratmeter.

5 Resultat

Resultat delen har som mål att belysa de förändringar som har uppstått från förändringen i foderstaten. Det är även i det här kapitel som känslighetsrapporterna presenteras från optimeringen genom linjär programmering med hjälp av Solver i Excel.

5.1 Jämförelse av företag

Tabell 11: Jämförelse av företag. Egen bearbetning.

| | Konventionellt foder | | Svenskproducerade proteinråvaror | | |
|----------|----------------------|-----------|----------------------------------|---------|-----------|
| | Per kvm | Totalt | | Per kvm | Totalt |
| Intäkter | 680 kr | 28,6 mnkr | Intäkter | 680 kr | 28,6 mnkr |
| Kostnad | 467 kr | 19,6 mnkr | Kostnad | 554 kr | 23,3 mnkr |
| TB 1 | 214 kr | 9,0 mnkr | TB 1 | 126 kr | 5,3 mnkr |
| TB 2 | 204 kr | 8,57 mnkr | TB 2 | 116 kr | 4,9 mnkr |

Vid en situation där en lantbrukare implementerar proteinråvaror som uteslutande produceras i Sverige minskar uppfödarens täckningsbidrag 1 från 214 kronor per kvadratmeter till 126 kronor per kvadratmeter. Detta är då ett resultat efter att foderkostnaden ökade från 5 kronor per kilo till 6,43 kronor per kilo.

Tabell 12: Förändring av poster. Egen Bearbetning.

| Poster | Konventionellt Foder | Svenskproducerade Proteinråvaror | Förändring i kronor | Förändring i procent |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|
| Intäkter | 680 | 680 | 0 | 0 |
| Foderkostnad | 5 | 6,43 | +1,43 Kr | +28,6% |
| Kostnad | 467 | 554 | +87 Kr | +18,6% |
| TB 1 | 214 | 126 | -89 Kr | -41,5% |
| TB 2 | 207 | 117 | -91 Kr | -44,0% |

Som presenteras i tabellen ovan leder en kostnadsökning om 1,43 kronor, motsvarande 28,6%, till en ökning om 87 kronor, motsvarande 18,6%, i totala kostnader per kvadratmeter. Denna ökning i kostnadsposten leder till en minskning

av 89 samt 93 kronor i täckningsbidrag 1 respektive täckningsbidrag 2. Dessa förändringar motsvarar minskningar om 41,6% och 44,9% i täckningsbidrag 1 respektive täckningsbidrag 2.

5.2 Känslighetsrapport

En känslighetsrapport agerar som en sammanfattning av en analys av optimeringen som har utförts. Den består av fem delar; slutligt värde, reducerad kostnad, beslutsvariabel, tillåten ökning och tillåten minskning. Reducerad kostnad är den del av känslighetsrapporten som ska visa hur målfunktionskoefficienten måste ändras innan variabeln ändras. I studiens fall betyder det hur mycket priset behöver ändras innan koncentrationen av ämnet behöver ändras. Till exempel så behöver ärtors pris öka med 3 öre innan koncentrationen ändras, om alla andra restriktioner är oförändrade. Målfunktionskoefficienten är den koefficient som är satt på beslutsvariabeln. I studiens fall är målfunktionskoefficienten priset på foderråvaran. Tillåten ökning och minskning berättar hur mycket målfunktionskoefficienten, alltså priset på en råvara, kan ändras innan beslutsvariabeln ändras, alltså koncentration råvara i fodret.

Tabell 13: Tabell av foderråvaror, koncentrationer i studiens foder, målfunktionskoefficienter och tillåtna ökning och minskningar. Egen bearbetning.

| Namn | Slutgiltigt värde | Reducerad Kostnad | Målfunktionskoefficient | Tillåten ökning | Tillåten minskning |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|
| Vetefodermjöl | 10,00% | -2,83 | 2,64 | 2,83 | 1E+30 |
| Vitbl. Åkerböna | 7,70% | 0 | 3,43 | 0,85 | 0,03 |
| Lucernmjöl | 3,27% | 0 | 4,72 | 1,03 | 2,35 |
| Ärtor | 30,00% | -0,03 | 2,86 | 0,03 | 1E+30 |
| Ärtproteinkonc. | 1,40% | 0 | 35 | 1,44 | 4,93 |
| Potatisprotein | 13,05% | 0 | 17,5 | 13,11 | 2,83 |
| Majsstärkelse | 26,24% | 0 | 3 | 1,60 | 3,14 |
| Rapsolja | 4,06% | 0 | 10 | 33,90 | 8,04 |
| Natriumfosfat | 0,38% | 0 | 3,81 | 20,57 | 46,48 |
| Ca-karbonat | 0,7% | 0 | 0,76 | 13,53 | 44,37 |
| Salt | 0,13% | 0 | 2 | 279,17 | 28,85 |
| Kalciumfosfat | 1,53% | 0 | 4,1 | 36,65 | 5,42 |
| Cystein | 0,20% | -53,37 | 23 | 53,37 | 1E+30 |
| DL-Metionin | 0,20% | -660,74 | 29 | 660,74 | 1E+30 |
| L-Lysin | 0,20% | -33,08 | 19,36 | 33,08 | 1E+30 |
| Treonin | 0,15% | -11,45 | 18,65 | 11,45 | 1E+30 |
| Valin | 0,20% | -36,35 | 51,2 | 36,35 | 1E+30 |
| Isoleucin | 0,20% | -73,13 | 19,2 | 73,13 | 1E+30 |
| Tryptophan | 0,20% | -18,75 | 91,14 | 18,75 | 1E+30 |
| Leucin | 0,20% | -8,50 | 20 | 8,50 | 1E+30 |

Känslighetsrapporten är uppdelad i två delar, varav den första är om variabler som redan har presenterats, varav den andra delen har som mål att presentera begränsningarna i optimeringen. Det är begränsningsdelen som presenterar näringsinnehållet i fodret och därmed fodrets min- och maxkrav, det slutgiltiga näringsvärdet av fodret, skuggpriset hos de olika näringsämnen och tillåtna höjningar och sänkningar.

Tabell 14: Tabell av näringsämnen, slutgiltigt värde, min- och maxkrav, skuggpris och tillåten höjning och sänkning. Egen bearbetning.

| Namn | Minimi- krav | Slutgiltigt värde | Maximi- krav | Skugg- pris | Tillåten höjning | Tillåten sänkning |
|-------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------------|
| Icke-neg. | 1 | 1 | 1 | -107,14 | 0,004 | 0,011 |
| ME(MJ) | 12,8 | 12,8 | 100 | -7,98 | 0,050 | 0,167 |
| Råprotein | 215 | 225,29 | 1000 | 0 | 1E+30 | 10,289 |
| Sis LYS | 11,8 | 15,06 | 1000 | 0 | 1E+30 | 3,257 |
| Sis MET | 5,1 | 5,1 | 1000 | -0,61 | 0,085 | 1,202 |
| Sis M+Cy. | 9,2 | 9,31 | 1000 | 0 | 1E+30 | 0,114 |
| Sis THR | 7,9 | 10,02 | 1000 | 0 | 1E+30 | 2,117 |
| Sis Valin | 9,1 | 12,46 | 1000 | 0 | 1E+30 | 3,361 |
| Sis Isoleu. | 8 | 11,04 | 1000 | 0 | 1E+30 | 3,037 |
| Sis Argin. | 12,7 | 13,40 | 1000 | 0 | 1E+30 | 0,695 |
| Sis Trypto. | 1,9 | 3,95 | 1000 | 0 | 1E+30 | 2,054 |
| Sis Leucin. | 13 | 18,21 | 1000 | 0 | 1E+30 | 5,211 |
| Sys Cystein | 0 | 4,19 | 1000 | 0 | 1E+30 | 4,191 |
| Fett | 40 | 60 | 60 | -0,21 | 0,749 | 20 |
| Linolsyra | 12 | 12 | 1000 | -0,14 | 0,213 | 0,529 |
| Stärkelse | 0 | 424,05 | 1000 | 0 | 1E+30 | 424,053 |
| Socket | 0 | 21,79 | 1000 | 0 | 1E+30 | 21,790 |
| Fiber | 0 | 32,59 | 1000 | 0 | 1E+30 | 32,587 |
| Kalcium | 7,5 | 7,5 | 15 | -0,28 | 1,437 | 4,136 |
| P tot | 0 | 6,28 | 1000 | 0 | 1E+30 | 6,281 |
| a P | 4,2 | 4,2 | 8,4 | -0,30 | 1,411 | 2,103 |
| Kalium | 6 | 6 | 9 | -2,89 | 0,140 | 0,221 |
| Na | 1,8 | 1,8 | 2,3 | -0,16 | 1,127 | 0,5 |
| CL | 1,8 | 1,8 | 2,3 | -0,08 | 0,775 | 0,5 |
| Xantophyll | 0 | 0 | 1000 | 0 | 0,004 | 0,987 |

Det slutgiltiga värdet i tabellen representerar fodrets näringsinnehåll och dessa enskilda näringsämnen är begränsade i både maximum och minimum på grund av min- och maxkraven som uppställdes i optimeringen. Skuggpriset representerar den extra kostnad som hade uppstått om ännu en enhet av ett näringsämne hade tillförts fodret. I sammanhanget av kostnadsminimering blir den bindande begränsningen minimikravet, och därför blir det negativa värden i tabellen under skuggpris. I studiens kontext blir det att en ökning av begränsningen av energi, alltså en ändring från 12,8 till 13,8 MJ resulterar i en kostnadsökning av fodret till ett värde av 7,98 kronor, alltså från 6,43 till 14,41. Tillåten minskning menar på hur minimikravet kan ändras utan att priset förändras, om alla andra näringsämnen är oförändrade. Vilket i studiens fall betyder hur mycket minimikravet kan minskas utan att den totala foderkostanden förändras. I fallet av näringsvärdet ME (MJ) betyder det att

koncentrationens värde kan minskas med 0,050 utan att priset på fodrets ändras, om koncentrationen av alla andra ämnen är oförändrad. På samma sätt gäller tillåten ökning men då gäller, för studien, att koncentrationen kan ökas med 0,17 utan att priset på fodret förändras om alla andra ämnen är oförändrade. Dessa förändringar kan göras genom att olika konstellationer av recept och kan endast göras om en restriktion ändras åt gången.

6 Analys och diskussion

I detta kapitel presenteras diskussion och analys. Analysen har använts till att presentera idéer som kan vara värda att tänka på och som skribenten till den här studien har haft under arbetets gång. Analysen har även använts för att analysera en prognostiserad räntabilitet på totalt kapital för att underlätta för läsaren att sätta lönsamheten i perspektiv. Diskussionen har som mål att jämföra denna studie med tidigare studier och jämföra vad som kommits fram till.

6.1 Analys

Som resultatdelen speglar blir det teoretiska priset på ett slaktkycklingfoder som uteslutande innehåller svenskproducerade proteinråvaror runt 6,43 kronor per kilo. Denna prispförändring leder då till en ökning av foderkostnader om ca 28,6% och därmed en minskning av täckningsbidrag 2 om 44,0%. Detta resultat måste dock nyanseras och tas i sin kontext. Studien hade som mål att endast ta upp proteinkällor som produceras i Sverige idag. Inte vad som kan produceras eller vad som kommer att produceras i Sverige i framtiden. Det första proteinet som används i receptet som bör diskuteras upp är mjölmasken. Under studiens gång så var det endast en producent av mjölmask som svarade, detta var Tebrito och den som svarade var företagets VD, Nils Österström. Vid frågan om vad Tebritos mjölmask säljs för, svarade Österström ”köttpris”, anledningen till det ospecifika svaret tros vara på grund av affärshemligheter. För att inte göra en ”glädjekalkyl” av fodret så antogs det dyraste köttpriset för stunden vilket var nötkött som hade ett pris om 42 kronor per kilo. Detta leder till att mjölmasken är den dyraste proteinkällan i studien, vilket resulterade i en användning om 0%. Denna koncentration av en råvara som är relativt dyr kan härledas till mjölmaskens näringsvärde. Råvaran innehåller relativt höga koncentrationer av de näringsämnen som fodret är optimerat efter, såsom energi, råprotein och aminosyror. Just nu producerar Tebrito endast mjölmask för humankonsumtion, och därmed har detta pris beaktats i optimeringen. Detta är något som skribenten till den här studien anser vara missvisande då produkter avsedda för humankonsumtion har tydligare och strängare regler för vad som anses vara ätbart. Vid produktion av råvaror som ska bli djurfoder är reglerna och

kvalitetskontrollen inte lika stränga. Dessa faktorer hade då i verkligheten resulterat i lägre kostnader för mjölmask som hade producerats med avsikten att användas i foder.

På grund av att detta studentarbete grundar sig i ekonomisk optimering är det en viktig faktor som är svår spegla. Denna faktor är att kycklingar är levande ting och en foderutvecklare måste beakta smaklighet vid utveckling av foder.

Som visas i resultatdelen så minskar Täckningsbidrag 1 och 2 med 41,5% respektive 44% om fodret byts från ett konventionellt foder till det foder som den här studien utvecklat. Denna minskning utgår från att priset som kycklinguppfödaren säljer kyckling för, inte ändras. Detta antagande kan ifrågasättas då, som presenterades i praktiska problem, svenskproducerade proteinråvaror till slaktkycklingfoder bör bidra till mervärden inom svensk livsmedelsförsörjning. Mervärden som kan tas ut uttryck genom motståndskraft i försörjningsleden, mindre klimatavtryck och minska mängden skövad regnskog som Sverige behöver. Dessa mervärden kan marknadsmässigt reflekteras genom högre försäljningspris för uppfödaren, och därmed bättre bidragskalkyler.

Ett viktigt nyckeltal för företag att beakta är räntabilitet på olika kapital. I kapitel 4 "Empiri" klargjordes det att ett slaktkycklingsstall om 6000 kvm hade en slutgiltig kostnad om 45 miljoner svenska kronor. Med detta i åtanke kan antagandet göras att uppfödarens kapital kopplat till produktionen uppgå till ett värde om 45 miljoner kronor. Från detta kan det göras jämföranden av räntabilitet på totalt kapital mellan de två fiktiva företagen.

Räntabilitet på totalt kapital räknas ut enligt:
$$\frac{\text{Resultat} + \text{finansiella intäkter}}{\text{Total kapital}}$$

Tabell 15: Räntabilitet på totalt kapital. Egen bearbetning.

| Räntabilitet på totalt kapital | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| Nyckeltal | Konventionellt foder | Svenskproducerade proteinråvaror |
| Kapital (kr) | 45 000 000 | 45 000 000 |
| Finansiella intäkter (kr) | 0 | 0 |
| Vinst (kr) | 8 569 243 | 4 905 583 |
| Uträkning | $8\,569\,243 + 0$ | $4\,905\,583 + 0$ |
| | <u>45 000 000</u> | <u>45 000 000</u> |
| Räntabilitet på totalt kapital (%) | 19 | 10,9 |

Som kan utläses i tabellen ovan sjunker räntabiliteten på totalt kapital från 19% till 10,9%. Detta kan jämföras med räntabilitet som kan förväntas från placerat kapital i indexfonden OMXS30 som i snitt avkastar 7 - 8 % per år. Alltså avkastar kycklingproduktion på svenska proteinråvaror 2,9 – 3,9 procentenheter bättre än vad OMXS30 gör i snitt.

6.2 Diskussion

Som nämndes i metodkapitlet syftar detta studentarbete till ett ämne som brister i antalet liknande studier. Det har även nämnts om att det finns studier som handlar om slaktkycklingfoder och företagande av slaktkyckling och att det finns lärdomar från de studierna. Problemet med dessa studier är i vilken utsträckning dessa studier kan bistå med användbar information som kan användas till skrivandet av detta studentarbete. För att övergripligt förklara lärdomarna som kan fås från de tidigare studierna illustrerades ett Venn-diagram som benämns som Figur 3 och kan hittas i kapitel 1.2.2. I Venn-diagrammet visades fyra cirklar varav tre av dessa cirklar överlappade i särskilda områden i en cirkel som representerar denna studie, och i det området fanns då information som kunde användas vid skrivandet av detta studentarbete.

Studien av Friberg, L. (2001) behandlade frågan om vad som teoretiskt skulle ske om slaktkycklingar i Sverige blev utfodrade med en ny typ av foder. En av skillnaderna är att det handlade om exkluderandet av koccidiostatika, en tillsats i foder som används för att förebygga parasitsjukdom. Perspektivet i studien skilde också sig då den studien hade ett marknadsperspektiv och inte ett företagsperspektiv som används vid denna studie. Likheterna mellan studierna är att förändringarna i fodret leder till försämrade resultat hos uppfödaren om allt annat lika. I studien om exkluderandet av koccidiostatika skulle beslutet leda till större mängd kassation för marknaden, och därmed också uppfödarna, vilket hade försämrat företagets ekonomiska resultat. Lika gällde vid exkluderandet av importerade proteinråvaror. Vid studien om exkluderandet av koccidiostatika var diskussionen från ett marknadsperspektiv och därmed kunde skribenten till den studien beakta nödvändig prishöjning, men också minskad efterfrågan hos konsumenterna.

Studien av Mallick, P et. al (2020) behandlade frågan kring kostnadsoptimering av slaktkycklingfoder var arbets sättet och förhållning till foderråvara insiktsfull för skrivandet av detta studentarbete. Likheterna mellan denna uppsats och den indiska optimeringen är även i detta fall, en förändring av foder, från ett konventionellt foder, likt ett sådant som används i Sverige, till ett foder med andra råvaror. Skillnaderna mellan detta studentarbete och optimeringen som är gjord under indiska förutsättningar är tillgången av råvaror, och på så sätt skiljer sig även foderreceptets utnyttjande av varor. I det indiska fallet innehöll deras konventionella jämförelsefoder ett fåtal vegetabiliska råvaror, men även rena syntetiserade aminosyror och mineraler. Detta foder kunde då jämföras med det optimerade foder som enbart innehöll organiska råvaror och där det visade sig att fiskmjöl var en god källa till aminosyror som är svåra att hitta i vegetabilier.

Den tredje studien, författad av Ektander och Pettersson (2019), behandlar vinstmaximering inom fjäderfäproduktion genom linjärprogrammering. Studien skiljer sig mest från detta studentarbete, vilket gjorde det mer utmanande att extrahera relevant information. Det som dock kunde tillämpas var hur ett optimeringsarbete struktureras samt vilka förutsättningar som råder för svenska fjäderfäproducenter. De paralleller som kan dras mellan föreliggande arbete och den nämnda studien synliggörs främst i en jämförelse av foderstrategier, särskilt valet mellan att odla eget foderspannmål eller att köpa in foder.

Den tredje studien som är skriven av Ektander & Pettersson (2019) behandlar optimering via linjärprogrammering av fjäderfäproduktion handlar om vinstmaximering. Denna studie var svårast att extrahera information från då den, av de tidigare studierna, är längst ifrån vad detta studentarbete handlar om. Vad som kunde appliceras från studien kring vinstmaximering var hur ett arbete kring optimering ställs upp och vad för förutsättningar som svenska fjäderfäproducenter har. Likheterna mellan detta studentarbete och studien kring vinstmaximering syntetiseras i en jämförelse mellan foder, mer specifikt att odla eget foderspannmål eller att köpa foder.

7 Slutsats

Slutsatsen kring ett slaktkycklingfoder som uteslutande använder svenskproducerade proteinråvaror är möjligt vid utnyttjande av rena aminosyror. Fodret prognostiserades att innehålla en blandning av vetefodermjöl, vitblommig åkerböna, lucernmjöl, ärtor, ärtproteinkoncentrat, potatisproteinkoncentrat, majsstärkelse, rapsolja, rena aminosyror och mineraler. Detta recept beaktar dock enbart en ekonomisk optimering och den säkerställer inte hur smakligheten uppfattas av kycklingarna. Hos foderproducenter prognostiserades priset på det optimerade fodret till att uppgå till ett pris av 6,43 kronor per kilo, till skillnad från konventionellt foder som uppgår till ett pris av 5 kronor per kilo ut till kund beroende på marknadssituation.

Skillnaden på priset mellan de olika typerna av foder resulterar i en prisskillnad om 1,43 kronor per kilo. Om två gårdar har exakt samma förutsättningar, förutom vilket foder som används, leder denna kostnadsskillnad till olikheter i företagens täckningsbidrag. En gård som uteslutande använder svenskproducerade proteinråvaror har 28,6% högre foderkostnader, vilket resulterar i 18,6% högre totala kostnader. Om köttpriserna är desamma resulterar den högre foderkostnaden i ett 41,5% samt 44% lägre täckningsbidrag 1 respektive 2 för gården som använder svenskproducerade proteinråvaror i dess foder.

De prognostiserade täckningsbidragen blir lägre men företagen går fortfarande med positiva resultat. På grund av detta är det inte en omöjlighet att idag erbjuda kycklingkött fodrat uteslutande med svenska proteinråvaror. Värt att nämna är att det finns råvaror i detta foder som kan bli billigare med hjälp av skalavkastning och omställning. Mjölmask är en sådan råvara som just nu enbart säljs till human konsumtion för ett pris av 42 per kilo.

En faktor som kan vara värd att beakta är mervärdet som kan förmodas skapas vid exkluderandet av utländska proteinråvaror. Detta exkluderande bidrar till mervärden såsom mindre klimatavtryck, högre motståndskraft i försörjningsled och minskad areal skövlad regnskog. Dessa mervärden adderat med en mjölmaskproduktion som tar nytta av skalavkastning bör resultera i en förbättrad kalkyl. Att dra en slutsats om lika hög eller högre resultat med konventionellt foder är för tidigt

att säga, men att förmoda att kalkylen är 44% sämre än konventionellt foder är orealistiskt pessimistiskt.

Referenser

- AGFO. (2020). *Kan man odla sojabönor i Sverige?* Beständig Länk: [Fem hinder för svensk sojaodling — Agfo - Affärsnätverket för det svenska matsystemet.](#) [2024-03-18]
- Aho, P.W. (2002). Feed and the Poultry Industry. In: Bell, D.D., Weaver, W.D. (eds) *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. Springer, Boston, MA. Beständig Länk: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0811-3_13 (Feed and the Poultry Industry | SpringerLink)
- Aviagen. (2017). *Ross 308: Broiler performance objectives*. Newbridge, Midlothian, UK. Beständig Länk: [Aviagen » Ross 308 \(archive.org\)](#) [2024-03-19]
- Baffes, J., Koh, W. (2020). *Mixed results for fertilizing amid COVID-19 panic*. Beständig Länk: [Mixed results for fertilizers amid COVID-19 panic \(worldbank.org\)](#) [2024-03-22]
- Björn Lundén. (2024). *Bidragkalkyler*. Beständig Länk: https://www.bjornlunden.se/f%C3%B6retagande/bidragkalkyler_734 [2024-05-02]
- Carlsson, Å. (2012). *Raps som fodermedel till slaktkycklingar*. (Examensarbete 2012: 372). Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Beständig Länk: https://stud.epsilon.slu.se/4242/1/carlsson_a_120525.pdf
- Correll R. , Butler J. , Spouncer L., Wrigley C. (1994). The Relationship Between Grain-Protein Content of Wheat and Barley and Temperatures During Grain Filling. *Functional Plant Biology* 21, 869-873. <https://doi.org/10.1071/PP9940869>
- Debertin, D. (2002). *Agricultural Production Economics*. 2. uppl., University of Kentucky.

- Deloitte. (u.å). *Covid-19 has broken the global food supply chain. So now what?*. Beständig Länk: [COVID-19 has broken the global food supply chain. So now what? \(deloitte.com\)](https://deloitte.com) [2024-03-21]
- EAAP. (2024) *About us*. Beständig Länk: <https://eaap.org/about-us/> [2024-03-25]
- Edman, F., Wallman, M., Nilsson, K. (2022) Klimatavtryck av Svensk Fågels kycklingproduktion 2021. Version 3. (RISE Rapport 2022:84). Beständig Länk: [Forskningsrapport \(svenskfagel.se\)](https://svenskfagel.se)
- Ektander, A., Pettersson, K. (2018). *Inköp av färdigfoder kontra egen foderproduktion, hur påverkas lönsamheten i äggföretag?: en fallstudie av två företag i odlingsområde Gns & Ss*. (Examensarbete 2018: 1145) Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för ekonomi. Beständig Länk: [ektander_a_pettersson_k_180907.pdf \(slu.se\)](https://slu.se)
- Friberg, L. (2001). *Slaktkyckling utan koccidiostatika : vad händer med ekonomin? Rearing broiler chickens without coccidiostats : how does it affect the economy*. (Examensarbete 2001: 246) Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för ekonomi.
- Global forest watch. (2023). *Brazil*. Beständig Länk: [Brazil Deforestation Rates & Statistics | GFW \(globalforestwatch.org\)](https://globalforestwatch.org) [2024-03-22]
- Grönvall, A. (2022) Lantbrukets djur i juni 2022. *Jordbruksverket*. Beständig Länk: [Lantbrukets djur i juni 2022 - Jordbruksverket.se](https://jordbruksverket.se) [2024-03-23]
- INRAE. (2024) *About us*. Beständig Länk: <https://www.inrae.fr/en/about-us> [2024-03-25]
- Janocha, A., Milczarek, A., Pietrusiak, D., Łaski, K. & Saleh, M. (2022). Efficiency of Soybean Products in Broiler Chicken Nutrition. *Animals (Basel)*, 12 (3), 294-. <https://doi.org/10.3390/ani12030294>
- Jordbruksaktuellt. (2015). *Stora möjligheter för proteingrödor*. [Stora möjligheter för proteingrödor - Jordbruksaktuellt \(ja.se\)](https://ja.se) [2024-03-24]
- Jordbruksverket. (2023). *Mått i stall och andra utrymmen för fjäderfän*. Beständig Länk: <https://jordbruksverket.se/djur/lantbruksdjur-och-hastar/fjaderfan/matt-i-stall-och-utrymmen> [2024-04-05]

- Jordbruksverket. (2023). *Tillverka foder*. Beständig Länk:
[Tillverka foder - Jordbruksverket.se](#) [2024-04-5]
- Jordbruksverket. (2024) Slakt av fjäderfä vid slakteri. År 1995-2023. *Statistik.sjv.se*.
Beständig länk: [Slakt av fjäderfä vid slakteri efter Djurslag, Tabelluppgift och År. PxWeb \(sjv.se\)](#) [2024-04-6]
- Leeson, S. och Summers, J. D. 2001. *Scotts' s nutrition of the chicken*. 4th edition.
Ontario: University Books
- Livsmedelverket. (2023). *Producera livsmedel*. Beständig Länk:
[Producera livsmedel \(livsmedelsverket.se\)](#) [2024-04-7]
- Loxbo, H. 2009. GMO på fodermarknaden - en lägesbeskrivning och analys av skillnaderna mellan Sverige och övriga EU. Jordbruksverket.
Rapport 2009:17
- Lundgren, J., Rönnqvist, M. & Värbrand, P. (2008). *Optimeringslära*. 3. uppl.
Studentlitteratur.
- Lundh, A. (2013). *Foder som källa till infektion med Salmonella hos djur och människor*. (Examensarbete 2013: 41). Sveriges
Lantbruksuniversitet. Institutionen för biomedicin och veterinär
folkhälsovetenskap. Beständig Länk: [Lundh - Foder som.pdf \(slu.se\)](#)
- Mallick, P., Muduli, K., Biswal, J. N., & Pumwa, J. (2020). Broiler Poultry Feed
Cost Optimization Using Linear Programming Technique. *Journal
of Operations and Strategic Planning*, 3(1), 31-
57. <https://doi.org/10.1177/2516600X19896910>
- National Academies. (1994). *Nutrient requirements of poultry*. 9th edition.
National academy press. Washington. Beständig Länk:
http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=2114&page=R1.
- Naturskyddsföreningen. (2010). *Soja som foder och livsmedel i Sverige,
konsekvenser lokalt och globalt*. Beständig Länk: [Wayback Machine
\(archive.org\)](#) [2024-03-25]
- Naturskyddsföreningen. (2023). *Soja – allt du behöver veta*.
[Soja – allt du behöver veta - Naturskyddsföreningen
\(naturskyddsforeningen.se\)](#) [2024-04-7]

- Ojano-Dirain, C. P. och Waldroup, P. W. 2002. Evaluation of lysine, methionine and threonine needs of broilers three to six week of age under moderate temperature stress. *International Journal of Poultry science*. 1(1), 16-21
- Research Institutes of Sweden. (u.å). *Hållbara proteinråvaror*.
Hållbara proteinråvaror | RISE [2024-03-19]
- Shaji, S., Selvaraj, R.K. & Shanmugasundaram, R. (2023). Salmonella Infection in Poultry: A Review on the Pathogen and Control Strategies. *Microorganisms (Basel)*, 11 (11), 2814-.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11112814>
- Smittskyddsinstitutet. (2003). 50 år har gått sedan den stora salmonellaepidemin – Alvestaepidemin. *EPI-Aktuellt*. Beständig Länk: Wayback Machine (archive.org) [2024-03-20]
- Svensk Fågel. (2017). *På gården*. Beständig Länk:
<https://svenskfagel.se/produktionskedjan/pa-garden> [2024-04-8]
- Svensk Fågel. (2011). *Svensk Fågels policy om foder*. Beständig Länk:
Om Svensk Fågel - Policy - Foder - Svensk Fågel (archive.org).
[2024-03-26]
- Svensk Fågel. (2017) *Vilka kycklingraser används?* Beständig Länk:
Vilka kycklingraser används? - Svensk Fågel (svenskfagel.se)
[2024-03-8]
- Svensk Fågel. (2024) *Om Svensk Fågel*. Beständig Länk:
Om Svensk Fågel - Svensk Fågel (svenskfagel.se) [2024-04-8]
- Svensk Fågel (2024). *Foder*. Beständig Länk:
Foder - Svensk Fågel (svenskfagel.se) [2024-03-27]
- Svensk Fågel (2024). *Medlemsföretag*. Beständig Länk:
Medlemsföretag - Svensk Fågel (svenskfagel.se) [2024-03-27]
- Sveriges Lantbruksuniversitet. (2024). *Soja i fodret till våra husdjur*. Beständig Länk: Soja i fodret till våra husdjur | Externwebben (slu.se) [2024-03-17]
- Sveriges Riksdag. (2023). *Stärkt djurvälstånd i svensk kycklingindustri*. Beständig

Länk: Stärkt djurvälstånd i svensk kycklingindustri (Interpellation 2023/24:194 av Sofia Skönnbrink (S)) | Sveriges riksdag (riksdagen.se) [2024-03-27]

U.S. Department of Agriculture. (2023). *Global Fertilizer Challenged by Russia's Invasion of Ukraine*. Beständig Länk: USDA ERS - Global Fertilizer Market Challenged by Russia's Invasion of Ukraine [2024-03-22]

Populärvetenskaplig sammanfattning

Det här studentarbetet har som mål att utforska hur lönsamheten påverkas i ett kycklingföretag som implementerar ett foder som består av svenskproducerade proteinråvaror. En sådan implementation av råvara är intressant för att minska det svenska beroendet på importerade proteinråvaror. Importerade råvaror som gör att Sverige står för 3000 hektar skövlad regnskog per år. Detta foder kan även vara en viktig pusselbit för förstärkt livsmedelsförsörjning, minskat beroende på utländska råvaror och synliggöra lösningar för framtida beredskapslager.

För att producera detta foder som uteslutande använder sig av svenskproducerade proteinråvaror har matematisk kostnadsoptimering genom linjärprogrammering använts. Data för samtliga foderråvaror har hämtats från feedtables.com medan priserna är framtagna med en blandning av marknadspriser på Matif och personliga meddelanden hos produktchefer, inköpare och foderoptimerare hos Svenska Foder och Lantmännen. Restriktionerna för vad kycklingfodret ska innehålla är utformade efter krav från Aviagen, de som avlat fram den berörda kycklingrasen, Ross 308. Det har använts kvantitativ forskningsmetod med deduktiv ansats och skribenten har gjort sitt bästa för att försäkra om att den data som används och syntetiseras förhåller sig till verkligheten. Detta har gjorts med antaganden av data som förhåller sig till verkligheten vilket har gjorts med hjälp av tidigare nämnda sakkunniga inom området.

Empirin i det här studentarbetet är framtaget på egen hand genom kostnads-optimering, empiri i form av ett kostnadsoptimerat foder som sedan använts för att prognostisera lönsamhet hos en genomsnittlig kycklinguppfödare. Det framtagna fodret består av vetefodermjöl, vitblommig åkerböna, lucernmjöl, ärtor, ärtproteinkoncentrat, potatisproteinkoncentrat, majsstärkelse, rapsolja, rena aminosyror och mineraler. Detta recept leder då till en råvarukostnad om 6,13 kronor per kilogram foder, och vid en förädlingskostnad om 30 öre per kilogram blir det slutgiltiga foderpriset 6,46 kronor per kilogram ut till kund. Denna kostnad jämförs då med 5 kronor per kilogram som är det nuvarande priset. Denna kostnadsskillnad i foder resulterar i 28,6% högre foderkostnad, 18,6% högre total kostnad. Dessa högre kostnader resulterar i en minskning om 41,5% i Täckningsbidrag 1 och 44% lägre Täckningsbidrag 2. Analysen framhäver syn-punkter på rimligheten i arbetet och vad som rimligen skulle ske i verkligheten om ett sådant här foder hade existerat hade haft för påverkan. Diskussionen nämner tidigare arbeten vars olika delar var liknande till delar i detta studentarbete och diskuterar likheter och skillnader.

Tack

Jag vill rikta ett tack till alla de som hjälpt mig med detta arbete. Först och främst vill jag tacka Karin Hakelius för viktig vägledning. Jag vill även rikta ett tack till de som för detta arbete representerade akademien och SLU vilka är Ruben Hoffman och Helena Wall. Tack till Ruben Hoffman för disposition och formuleringen av optimeringen och tack till Helena Wall för vägledningen för att kunna ta hänsyn till kycklingarnas välbefinnande i foderväg. Jag vill även rikta tack de som för detta arbete representerade näringslivet. För anpassningen till vad näringen efterfrågar i fodret vill jag rikta tack till Maja Hoffer och Åsa Sörensson på Lantmännen. Victor Ebel på Svenska Foder och Maria Hallbäck förtjänar extra stora tack för att alltid ha varit tillgängliga via telefon när det behövts och hjälpt till vid prissättning av varor.

Bilaga 1. Mer utförligt skriven empirisk optimeringsmodel

| | | | | | |
|------------------------------|------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|
| ME (MJ) | 12,8 | ≤ | $12X_1+10,9X_2+9,9X_3+11,7X_4+12,9X_5+6,6X_6+12,4X_7+10,1X_8+4,7X_9+8,7X_{10}+13,9X_{11}+6,1X_{12}+8,8X_{13}+10,2X_{14}+13,9X_{15}+12,4X_{16}+20,5X_{17}+14,8X_{18}+37,6X_{19}+23X_{20}+23,6X_{21}+20X_{22}+17,2X_{23}+24,4X_{24}+25X_{25}+20X_{26}+27,2X_{27}+17X_{28}+5X_{29}$ | ≤ | 100 |
| Råprotein (g/kg) | 215 | ≤ | $110X_1+99X_2+94X_3+100X_4+76X_5+153X_6+133X_7+267X_8+183X_9+320X_{10}+186X_{11}+339X_{12}+311X_{13}+203X_{14}+780X_{15}+772X_{16}+477X_{17}+7X_{18}+584X_{26}+584X_{27}+954X_{27}+731X_{27}+721X_{27}+600X_{27}+1930X_{27}+840X_{27}+700X_{27}+5X_{27}$ | ≤ | 1000 |
| sis LYS (g/kg) | 11,8 | ≤ | $2,6X_1+3X_2+3,59X_3+3,2X_4+2,1X_5+4,6X_6+4,1X_7+14,8X_8+5,7X_9+10,4X_{10}+9X_{11}+14,1X_{12}+13,2X_{13}+13,4X_{14}+41,5X_{15}+54,2X_{16}+29,9X_{17}+0,2X_{18}+798X_{28}+1,6X_{35}$ | ≤ | 1000 |
| sis MET (g/kg) | 5,1 | ≤ | $1,6X_1+1,5X_2+1,47X_3+1,6X_4+1,5X_5+1,9X_6+1,8X_7+1,6X_8+1,6X_9+5,3X_{10}+3,6X_{11}+6X_{12}+5,5X_{13}+1,7X_{14}+5,4X_{15}+16,5X_{16}+8X_{17}+0,1X_{18}+990X_{26}+0,8X_{35}$ | ≤ | 1000 |
| sis Met+Cys (g/kg) | 9,2 | ≤ | $3,9X_1+3,2X_2+4,01X_3+3,5X_4+3,2X_5+4,3X_6+4,1X_7+4,1X_8+2,9X_9+9,3X_{10}+7X_{11}+12,1X_{12}+11X_{13}+3,9X_{14}+11X_{15}+24X_{16}+30,3X_{17}+0,3X_{18}+990X_{25}+990X_{26}$ | ≤ | 1000 |
| sis THR (g/kg) | 7,9 | ≤ | $2,7X_1+2,6X_2+2,92X_3+2,6X_4+0,4X_5+3,5X_6+3,4X_7+7,4X_8+4,6X_9+9,5X_{10}+6,7X_{11}+10,6X_{12}+10,1X_{13}+6,6X_{14}+20,4X_{15}+39,5X_{16}+19,4X_{17}+0,2X_{18}+990X_{29}+3,2X_{35}$ | ≤ | 1000 |
| sis Valin (g/kg) | 9,1 | ≤ | $4,2X_1+4X_2+4,5X_3+4,1X_4+3,5X_5+5,1X_6+5,3X_7+9,6X_8+7,2X_9+12,6X_{10}+8X_{11}+13,3X_{12}+12,9X_{13}+8,3X_{14}+27X_{15}+46,6X_{16}+34,4X_{17}+0,3X_{18}+965X_{30}$ | ≤ | 1000 |
| sis Isoleucine (g/kg) | 8 | ≤ | $3,5X_1+2,9X_2+1,3X_3+3,1X_4+2,6X_5+3,9X_6+3,8X_7+8,7X_8+4,9X_9+10,5X_{10}+6,3X_{11}+10,6X_{12}+10,2X_{13}+7,4X_{14}+24,5X_{15}+40,1X_{16}+23,5X_{17}+0,2X_{18}+990X_{31}$ | ≤ | 1000 |
| sis Arginine (g/kg) | 12,7 | ≤ | $4,6X_1+3,7X_2+3,1X_3+4,3X_4+3,4X_5+7,6X_6+7,3X_7+22,7X_8+6X_9+22,2X_{10}+9,3X_{11}+16,7X_{12}+15,1X_{13}+16X_{14}+80,8X_{15}+36,1X_{16}+23,8X_{17}+0,3X_{18}+990X_{32}$ | ≤ | 1000 |
| sis Tryptophan (g/kg) | 1,9 | ≤ | $1,1X_1+1X_2+1,1X_3+1X_4+0,4X_5+1,5X_6+1,4X_7+1,5X_8+1,6X_9+3,8X_{10}+2X_{11}+3,3X_{12}+3,1X_{13}+1,4X_{14}+5,3X_{15}+9,1X_{16}+6,7X_{17}+0,04X_{18}+977X_{33}$ | ≤ | 1000 |
| sis Leucine (g/kg) | 13 | ≤ | $6,6X_1+5,5X_2+3,8X_3+5,4X_4+8,7X_5+7,2X_6+7,5X_7+16,2X_8+8,5X_9+14,7X_{10}+10,5X_{11}+18,5X_{12}+17,3X_{13}+12,7X_{14}+46,2X_{15}+71,2X_{16}+44,2X_{17}+0,8X_{18}+990X_{34}$ | ≤ | 1000 |
| sis Cystein (g/kg) | 0 | ≤ | $2,3X_1+1,7X_2+2,1X_3+2X_4+1,6X_5+2,4X_6+2,3X_7+2,5X_8+1,4X_9+4X_{10}+3,4X_{11}+6,1X_{12}+5,4X_{13}+2,2X_{14}+5,6X_{15}+7,5X_{16}+24,9X_{17}+0,1X_{18}+990X_{26}$ | ≤ | 1000 |
| Fett (g/kg) | 40 | ≤ | $14X_1+16X_2+47X_3+12X_4+36X_5+33X_6+24X_7+10X_8+27X_9+34X_{10}+441X_{11}+22X_{12}+118X_{13}+12X_{14}+44X_{15}+6X_{16}+337X_{17}+40X_{18}+996X_{19}+23X_{35}$ | ≤ | 60 |
| Linoleic acid (g/kg) | 12 | ≤ | $5,8X_1+7X_2+17,4X_3+5,5X_4+18,3X_5+14,7X_6+10,7X_7+4,2X_8+4X_9+4,5X_{10}+83,7X_{11}+3,4X_{12}+18,8X_{13}+4,7X_{14}+16,9X_{15}+1,9X_{16}+74,6X_{17}+1,9X_{18}+199X_{19}+7X_{35}$ | ≤ | 1000 |
| Stärkelse (g/kg) | 0 | ≤ | $572X_1+507X_2+349X_3+539X_4+593X_5+163X_6+548X_7+302X_8+28X_9+1,2X_{10}+1,5X_{11}+14X_{12}+60X_{13}+417X_{14}+0,4X_{15}+1X_{16}+838X_{18}+300X_{35}$ | ≤ | 1000 |
| Socker (g/kg) | 0 | ≤ | $26X_1+22X_2+13X_3+30X_4+17X_5+69X_6+49X_7+35X_8+32X_9+45X_{10}+54X_{11}+94X_{12}+92X_{13}+42X_{14}+2X_{15}+4X_{16}+30X_{35}$ | ≤ | 1000 |
| Fiber (g/kg) | 0 | ≤ | $24X_1+47X_2+115X_3+25X_4+23X_5+92X_6+10X_7+74X_8+230X_9+100X_{10}+85X_{11}+127X_{12}+116X_{13}+56X_{14}+0,3X_{15}+8X_{16}+48X_{17}+2X_{18}+16X_{35}$ | ≤ | 1000 |
| Kalcium (g/kg) | 7,5 | ≤ | $0,6X_1+0,7X_2+1X_3+0,6X_4+0,4X_5+1,2X_6+0,7X_7+1,3X_8+22,8X_9+3,9X_{10}+4,5X_{11}+7,7X_{12}+7,5X_{13}+1X_{14}+1,3X_{15}+2X_{16}+2,2X_{17}+0,1X_{18}+387X_{19}+3X_{20}+213X_{21}+0,5X_{22}+167X_{23}+160X_{35}$ | ≤ | 15 |
| P tot (g/kg) | 0 | ≤ | $3,1X_1+3,4X_2+3,1X_3+3,3X_4+2,5X_5+9,5X_6+3,8X_7+4,8X_8+2,5X_9+8,8X_{10}+6,7X_{11}+11,3X_{12}+10,9X_{13}+3,8X_{14}+4,6X_{15}+4,1X_{16}+7,3X_{17}+0,2X_{18}+208X_{20}+0,3X_{21}+187X_{23}+224X_{25}+4X_{35}$ | ≤ | 1000 |
| a P (g/kg) | 4,2 | ≤ | $1,8X_1+2X_2+0,8X_3+2,2X_4+0,6X_5+2,4X_6+1X_7+1,1X_8+2,1X_9+2,2X_{10}+1,7X_{11}+2,8X_{12}+2,7X_{13}+1,7X_{14}+2,1X_{15}+0,6X_{16}+6,2X_{17}+0,04X_{18}+208X_{20}+165X_{23}+1,9X_{35}$ | ≤ | 8,4 |
| Kalium (g/kg) | 6 | ≤ | $3,9X_1+4,8X_2+4,5X_3+4,9X_4+3,1X_5+11,7X_6+5,4X_7+10,3X_8+24,6X_9+9,9X_{10}+7,6X_{11}+12,6X_{12}+11,5X_{13}+9,9X_{14}+11,4X_{15}+5,4X_{16}+9X_{17}+0,04X_{18}+0,4X_{21}+1X_{23}+2,3X_{25}+2,2X_{35}$ | ≤ | 9 |
| Natrium (g/kg) | 1,8 | ≤ | $0,05X_1+0,1X_2+0,12X_3+0,06X_4+0,03X_5+0,07X_6+0,06X_7+0,1X_8+0,39X_9+0,93X_{10}+0,06X_{11}+0,26X_{12}+0,52X_{13}+0,04X_{14}+0,4X_{15}+0,42X_{16}+0,79X_{17}+0,09X_{18}+310X_{20}+0,64X_{21}+390X_{22}+0,6X_{23}+272X_{24}+0,72X_{25}+0,17X_{35}$ | ≤ | 2,3 |
| Klor (g/kg) | 1,8 | ≤ | $0,8X_1+1X_2+0,8X_3+0,6X_4+0,5X_5+0,8X_6+0,6X_7+0,7X_8+5,7X_9+0,3X_{10}+0,5X_{11}+0,6X_{12}+0,7X_{13}+1X_{14}+11X_{15}+2X_{16}+5,4X_{17}+0,1X_{18}+0,6X_{21}+600X_{22}+0,13X_{23}+0,3X_{24}+0,1X_{25}+0,6X_{35}$ | ≤ | 2,3 |
| Xantophyll (g/kg) | 0 | ≤ | $2,3X_5+30,2X_9$ | ≤ | 1000 |

Bilaga 2. Råvaror och deras innehåll

| Råvara | Pris | ME (MJ) | RP | sis LYS | sis MET | sis Met. + Cys. | sis THR. | sis Val. | sis Isoleuc. | sis Arg. | sis Tryp. | sis Leuc. | Sis Cystein | Fett | Lin. acid | Stärkelse | Sekr | Fiber | Ca | P tot | a P | K | Na | Cl | Xtpl. |
|-------------------------------------------------|-------|---------|------|---------|---------|-----------------|----------|----------|--------------|----------|-----------|-----------|-------------|-------|-----------|-----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| Vete Korn | 2,3 | 12 | 110 | 2,6 | 1,6 | 3,9 | 2,7 | 4,2 | 3,5 | 4,6 | 1,1 | 6,6 | 2,3 | 14 | 5,8 | 572 | 26 | 24 | 0,6 | 3,1 | 2 | 3,9 | 0,05 | 0,8 | 0 |
| Havre | 1,95 | 10,9 | 99 | 3 | 1,5 | 3,2 | 2,6 | 4 | 2,9 | 3,7 | 1 | 5,5 | 1,7 | 16 | 7 | 507 | 22 | 47 | 0,7 | 3,4 | 1,9 | 4,8 | 0,1 | 1 | 0 |
| Rågvede | 2,41 | 9,9 | 94 | 3,59 | 1,47 | 4,01 | 2,92 | 4,5 | 1,3 | 3,1 | 1,1 | 3,8 | 2,1 | 47 | 17,4 | 349 | 13 | 115 | 1 | 3,1 | 1,9 | 4,5 | 0,12 | 0,8 | 0 |
| Majs | 1,91 | 11,7 | 100 | 3,2 | 1,6 | 3,5 | 2,6 | 4,1 | 3,1 | 4,3 | 1 | 5,4 | 2 | 12 | 5,5 | 539 | 30 | 25 | 0,6 | 3,3 | 2,5 | 4,9 | 0,06 | 0,6 | 0 |
| Vetekli | 3,16 | 12,9 | 76 | 2,1 | 1,5 | 3,2 | 0,4 | 3,5 | 2,6 | 3,4 | 0,4 | 8,7 | 1,6 | 36 | 18,3 | 593 | 17 | 23 | 0,4 | 2,5 | 0,6 | 3,1 | 0,03 | 0,5 | 2,3 |
| Vetefodermjöl | 1,62 | 6,6 | 153 | 4,6 | 1,9 | 4,3 | 3,5 | 5,1 | 3,9 | 7,6 | 1,5 | 7,2 | 2,4 | 33 | 14,7 | 163 | 69 | 92 | 1,2 | 9,5 | 7,6 | 11,7 | 0,07 | 0,8 | 0 |
| Akerböna | 2,64 | 12,4 | 133 | 4,1 | 1,8 | 4,1 | 3,4 | 5,3 | 3,8 | 7,3 | 1,4 | 7,5 | 2,3 | 24 | 10,7 | 548 | 49 | 10 | 0,7 | 3,8 | 3,1 | 5,4 | 0,06 | 0,6 | 0 |
| Lucernmjöl | 3,43 | 10,1 | 267 | 14,8 | 1,6 | 4,1 | 7,4 | 9,6 | 8,7 | 22,7 | 1,5 | 16,2 | 2,5 | 10 | 4,2 | 302 | 35 | 74 | 1,3 | 4,8 | 2,9 | 10,3 | 0,1 | 0,7 | 0 |
| Linfrömjöl | 4,72 | 4,7 | 183 | 5,7 | 1,6 | 2,9 | 4,6 | 7,2 | 4,9 | 6 | 1,6 | 8,5 | 1,4 | 27 | 4 | 28 | 32 | 230 | 22,8 | 2,5 | 0,1 | 24,6 | 0,39 | 5,7 | 280 |
| Raps helfrö | 7 | 8,7 | 320 | 10,4 | 5,3 | 9,3 | 9,5 | 12,6 | 10,5 | 22,2 | 3,8 | 14,7 | 4 | 34 | 4,5 | 1,2 | 45 | 100 | 3,9 | 8,8 | 5,7 | 9,9 | 0,93 | 0,3 | 0 |
| Rapsmjöl | 4,15 | 13,9 | 186 | 9 | 3,6 | 7 | 6,7 | 8 | 6,3 | 9,3 | 2 | 10,5 | 3,4 | 44,1 | 83,7 | 1,5 | 54 | 85 | 4,5 | 6,7 | 4,7 | 7,6 | 0,06 | 0,5 | 0 |
| Rapskaka | 3,63 | 6,1 | 339 | 14,1 | 6 | 12,1 | 10,6 | 13,3 | 10,6 | 16,7 | 3,3 | 18,5 | 6,1 | 22 | 3,4 | 14 | 94 | 127 | 7,7 | 11,3 | 6,8 | 12,6 | 0,26 | 0,6 | 0 |
| Ärtor | 3,79 | 13,8 | 311 | 13,3 | 5,9 | 12,4 | 10,7 | 12,9 | 8,8 | 0 | 3,2 | 16,6 | 5,4 | 174 | 60 | 0 | 0 | 0 | 8,1 | 12 | 4,9 | 13,5 | 0,1 | 0,8 | 0 |
| Ärtproteinconcentrat | 2,86 | 10,2 | 203 | 13,4 | 1,7 | 3,9 | 6,6 | 8,3 | 7,4 | 16 | 1,4 | 12,7 | 2,2 | 12 | 4,7 | 417 | 42 | 56 | 1 | 3,8 | 1,7 | 9,9 | 0,04 | 1 | 3 |
| Potatisproteinconcentrat | 30 | 13,9 | 780 | 41,5 | 5,4 | 11 | 20,4 | 27 | 24,5 | 80,8 | 5,3 | 46,2 | 5,6 | 44 | 16,9 | 0,4 | 2 | 0,3 | 1,3 | 4,6 | 2,1 | 11,4 | 0,4 | 11 | 0 |
| Mjölmask | 17,5 | 12,4 | 772 | 54,2 | 16,5 | 24 | 39,5 | 46,6 | 40,1 | 36,1 | 9,1 | 71,2 | 7,5 | 6 | 1,9 | 1 | 4 | 8 | 2 | 4,1 | 0,6 | 5,4 | 0,42 | 2 | 0 |
| Majsstärkelse | 42 | 26,6 | 500 | 29,9 | 7,04 | 12,56 | 17,58 | 28,4 | 19,68 | 27,65 | 4,59 | 34,07 | 24,9 | 297,3 | 27,3 | 0 | 71,5 | 68,1 | 1,15 | 5,67 | 3,7 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Rapsolja | 3 | 14,8 | 7 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,04 | 0,8 | 0,1 | 40 | 1,9 | 838 | 0 | 2 | 0,1 | 0,2 | 0,04 | 0,04 | 0,09 | 0,1 | 0 |
| Na ₃ P ₃ O ₁₀ | 10 | 37,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 996 | 199 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CaCO ₃ | 3,81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 208 | 208 | 0 | 310 | 0 | 0 |
| NaCl | 0,76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 387 | 0,3 | 0 | 0,4 | 0,64 | 0,6 | 0 |
| Ca ₃ (PO ₄) ₂ | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 390 | 600 | 0 |
| NaHCO ₃ | 4,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 213 | 187 | 165 | 1 | 0,6 | 0,13 | 0 |
| MCP | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 272 | 0,3 | 0 |
| Cystein | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 167 | 224 | 0 | 2,3 | 0,72 | 0,1 | 0 | 0 |
| DL-Metionin | 110 | 23 | 584 | 0 | 0 | 990 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 990 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L-Lysin | 29 | 23,6 | 584 | 0 | 990 | 990 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Treonin | 19,36 | 20 | 954 | 798 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valin | 18,65 | 17,2 | 731 | 0 | 0 | 0 | 990 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Isoleucin | 51,2 | 24,4 | 721 | 0 | 0 | 0 | 0 | 965 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arginin | 110,5 | 25 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 990 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tryptophan | 76,7 | 20 | 1930 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 990 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leucin | 91,14 | 27,2 | 840 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 977 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vitamin premix | 110 | 17 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 990 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vatten | 8,11 | 5 | 5 | 1,6 | 0,8 | 2 | 3,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 7 | 300 | 30 | 16 | 160 | 4 | 1,9 | 2,2 | 0,17 | 0,6 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Bilaga 3. Känslighetsrapport

| Cell | Namn | Slutgiltig Värde | Reducerad Kostnad | Målsättning Koefficient | Tillåten Ökning | Tillåten Minskning |
|----------|-----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|
| \$C\$89 | Vete | 0 | 2,814529655 | 2,3 | 1E+30 | 2,814529655 |
| \$D\$89 | Korn | 0 | 8,846634823 | 1,95 | 1E+30 | 8,846634823 |
| \$E\$89 | Havre | 0 | 23,57129468 | 2,41 | 1E+30 | 23,57129468 |
| \$F\$89 | Rågvete | 0 | 1,440881449 | 1,91 | 1E+30 | 1,440881449 |
| \$G\$89 | Majs | 0 | 2,227776807 | 3,16 | 1E+30 | 2,227776807 |
| \$H\$89 | Vetekli | 0 | 24,92468803 | 1,62 | 1E+30 | 24,92468803 |
| \$I\$89 | Vetefodermjöl | 0,1 | -2,833921895 | 2,64 | 2,833921895 | 1E+30 |
| \$J\$89 | Åkerböna, vitblommig | 0,07696057 | 0 | 3,43 | 0,847365544 | 0,030239589 |
| \$K\$89 | Lucernmjöl | 0,032692127 | 0 | 4,72 | 1,031301061 | 2,354394621 |
| \$L\$89 | Linfrömjöl <5% olja | 0 | 17,50549965 | 7 | 1E+30 | 17,50549965 |
| \$M\$89 | Raps helfrö | 0 | 55,98186097 | 4,15 | 1E+30 | 55,98186097 |
| \$N\$89 | Rapsmjöl | 0 | 23,11758244 | 3,63 | 1E+30 | 23,11758244 |
| \$O\$89 | Rapskaka | 0 | 23,40673367 | 3,79 | 1E+30 | 23,40673367 |
| \$P\$89 | Ärtor | 0,3 | -0,03184531 | 2,86 | 0,03184531 | 1E+30 |
| \$Q\$89 | Ärtprotein koncentrat | 0,01403373 | 0 | 35 | 1,43882217 | 4,928466087 |
| \$R\$89 | Potatisprotein | 0,130456803 | 0 | 17,5 | 13,11029074 | 2,827996402 |
| \$S\$89 | Mjölmask (Tenebrio molitor) | 0 | 12,4906812 | 42 | 1E+30 | 12,4906812 |
| \$T\$89 | Majsstärkelse | 0,262362978 | 0 | 3 | 1,599621746 | 3,141901524 |
| \$U\$89 | Rapsolja | 0,040615424 | 0 | 10 | 33,88299749 | 8,041402901 |
| \$V\$89 | DI Natrium fosfat | 0,003790359 | 0 | 3,81 | 20,56764489 | 46,47682944 |
| \$W\$89 | Calcium karbonat | 0,00700089 | 0 | 0,76 | 13,52762716 | 44,3700702 |
| \$X\$89 | Salt | 0,001253446 | 0 | 2 | 279,1669385 | 28,85118967 |
| \$Y\$89 | DI Kalciumfosfat | 0,015333672 | 0 | 4,1 | 36,64567815 | 5,422888531 |
| \$Z\$89 | Natrium Bikarbonat | 0 | 70,46335115 | 6 | 1E+30 | 70,46335115 |
| \$AA\$89 | MCP (Monocalcium phosphate) | 0 | 62,96196864 | 8,59 | 1E+30 | 62,96196864 |
| \$AB\$89 | Cystein | 0,002 | -53,37466058 | 23 | 53,37466058 | 1E+30 |
| \$AC\$89 | DL-Metionin | 0,002 | -660,7437069 | 29 | 660,7437069 | 1E+30 |
| \$AD\$89 | L-Lysin | 0,002 | -33,07814533 | 19,36 | 33,07814533 | 1E+30 |
| \$AE\$89 | Treonin | 0,0015 | -11,44739776 | 18,65 | 11,44739776 | 1E+30 |
| \$AF\$89 | Valin | 0,002 | -36,34503436 | 51,2 | 36,34503436 | 1E+30 |
| \$AG\$89 | Isoleucin | 0,002 | -73,13233741 | 19,2 | 73,13233741 | 1E+30 |
| \$AH\$89 | Arginin | 0 | 24,26185467 | 76,7 | 1E+30 | 24,26185467 |
| \$AI\$89 | Tryptophan | 0,002 | -18,74578193 | 91,14 | 18,74578193 | 1E+30 |
| \$AJ\$89 | Leucin | 0,002 | -8,501630078 | 20 | 8,501630078 | 1E+30 |
| \$AK\$89 | Vit, Trace el premix | 0 | 27,67887482 | 8,11 | 1E+30 | 27,67887482 |
| \$AL\$89 | Vatten | 0 | 107,138623 | 0 | 1E+30 | 107,138623 |

Bilaga 4. Begränsningsrapport

| Cell | Namn | Slutgiltigt värde | Skugga Pris | Begränsning Höger sida | Tillåten ökning | Tillåten Minskning |
|----------|----------------|-------------------|--------------|------------------------|-----------------|--------------------|
| \$AMS89 | | 1 | -107,138623 | 1 | 0,003669096 | 0,010562429 |
| \$G\$50 | ME (MJ) | 12,8 | -7,978838416 | 0 | 0,050038865 | 0,167354534 |
| \$G\$51 | Råprotein | 215 | 0 | 0 | 1E+30 | 10,28913349 |
| \$G\$52 | sis LYS | 11,8 | 0 | 0 | 1E+30 | 3,256992665 |
| \$G\$53 | sis MET | 5,1 | -0,614729034 | 0 | 0,084912983 | 1,201828085 |
| \$G\$54 | sis Met+Cys | 9,2 | 0 | 0 | 1E+30 | 0,114388695 |
| \$G\$55 | sis THR | 7,9 | 0 | 0 | 1E+30 | 2,1166964 |
| \$G\$56 | sis Valin | 9,1 | 0 | 0 | 1E+30 | 3,3611114 |
| \$G\$57 | sis Isoleucine | 8 | 0 | 0 | 1E+30 | 3,037365154 |
| \$G\$58 | sis Arginine | 12,7 | 0 | 0 | 1E+30 | 0,695282571 |
| \$G\$59 | sis tryptophan | 1,9 | 0 | 0 | 1E+30 | 2,053778451 |
| \$G\$60 | sis Leucine | 13 | 0 | 0 | 1E+30 | 5,211417382 |
| \$G\$61 | sis Cystein | 0 | 0 | 0 | 1E+30 | 4,19142161 |
| \$G\$62 | Fett | 40 | 0 | 0 | 1E+30 | 20 |
| \$G\$63 | Linolic acid | 12 | -0,138344561 | 0 | 0,213287601 | 0,529108115 |
| \$G\$64 | Stärkelse | 0 | 0 | 0 | 1E+30 | 424,053718 |
| \$G\$65 | socker | 0 | 0 | 0 | 1E+30 | 21,7896627 |
| \$G\$66 | Fiber | 0 | 0 | 0 | 1E+30 | 32,58686188 |
| \$G\$67 | Kalcium | 7,5 | -0,275439513 | 0 | 1,43692995 | 4,136090911 |
| \$G\$68 | P tot | 0 | 0 | 0 | 1E+30 | 6,280933216 |
| \$G\$69 | a P | 4,2 | -0,300458221 | 0 | 1,411226765 | 2,10271803 |
| \$G\$70 | Kalium | 6 | -2,890359303 | 0 | 0,140297872 | 0,221202102 |
| \$G\$71 | Na | 1,8 | -0,15630101 | 0 | 1,127080785 | 0,5 |
| \$G\$72 | CL | 1,8 | -0,078924851 | 0 | 0,774819191 | 0,5 |
| \$G\$73 | Xantophyll | 0 | 0 | 0 | 1E+30 | 0,98730223 |
| \$IS\$50 | <= | 12,8 | 0 | 100 | 1E+30 | 87,2 |
| \$IS\$51 | <= | 225,2891335 | 0 | 1000 | 1E+30 | 774,7108665 |
| \$IS\$52 | <= | 15,05699266 | 0 | 1000 | 1E+30 | 984,9430073 |
| \$IS\$53 | <= | 5,1 | 0 | 1000 | 1E+30 | 994,9 |
| \$IS\$54 | <= | 9,314388695 | 0 | 1000 | 1E+30 | 990,6856113 |
| \$IS\$55 | <= | 10,0166964 | 0 | 1000 | 1E+30 | 989,9833036 |
| \$IS\$56 | <= | 12,4611114 | 0 | 1000 | 1E+30 | 987,5388886 |
| \$IS\$57 | <= | 11,03736515 | 0 | 1000 | 1E+30 | 988,9626348 |
| \$IS\$58 | <= | 13,39528257 | 0 | 1000 | 1E+30 | 986,6047174 |
| \$IS\$59 | <= | 3,953778451 | 0 | 1000 | 1E+30 | 996,0462215 |
| \$IS\$60 | <= | 18,21141738 | 0 | 1000 | 1E+30 | 981,7885826 |
| \$IS\$61 | <= | 4,19142161 | 0 | 1000 | 1E+30 | 995,8085784 |
| \$IS\$62 | <= | 60 | -0,211241234 | 60 | 0,749402065 | 2,9830812 |
| \$IS\$63 | <= | 12 | 0 | 1000 | 1E+30 | 988 |
| \$IS\$64 | <= | 424,053718 | 0 | 1000 | 1E+30 | 575,946282 |
| \$IS\$65 | <= | 21,7896627 | 0 | 1000 | 1E+30 | 978,2103373 |
| \$IS\$66 | <= | 32,58686188 | 0 | 1000 | 1E+30 | 967,4131381 |
| \$IS\$67 | <= | 7,5 | 0 | 15 | 1E+30 | 7,5 |
| \$IS\$68 | <= | 6,280933216 | 0 | 1000 | 1E+30 | 993,7190668 |
| \$IS\$69 | <= | 4,2 | 0 | 8,4 | 1E+30 | 4,2 |
| \$IS\$70 | <= | 6 | 0 | 9 | 1E+30 | 3 |
| \$IS\$71 | <= | 1,8 | 0 | 2,3 | 1E+30 | 0,5 |
| \$IS\$72 | <= | 1,8 | 0 | 2,3 | 1E+30 | 0,5 |
| \$IS\$73 | <= | 0,98730223 | 0 | 1000 | 1E+30 | 999,0126978 |
| \$OS\$90 | Rapskaka | 0 | 0 | 0,07 | 1E+30 | 0,07 |

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

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

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

