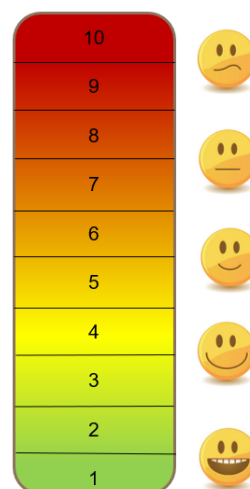


# Risikomodel for landbrugs- virksomheder



Indholdsfortegnelse	Side
<b>Baggrund og formål</b>	2
<b>Identifikation, prioritering og kategorisering</b>	2
<b>Modeludvikling</b>	2
<b>Kvantificering af markedsrisiko</b>	3
<i>Boks 1. Beregning af risiko</i>	4
<b>Buffer</b>	5
<b>Supplerende mål for markedsrisiko</b>	6
<b>Vurdering af virksomhedens risk management</b>	6
<b>Brancherisiko</b>	7
<b>Konvertering til risiko-score</b>	8
<b>Integration af risiko-score i Ratingmodel</b>	8
<b>Afsluttende bemærkninger</b>	8
 Bilag 1. Liste over produktpriser	 9
Bilag 3: Kvantificering af risiko ved begivenheder med sparsomme data	10

**For notatet:**

Erhvervsøkonomisk chef Klaus Kaiser  
 SEGES, Landbrug & Fødevarer  
 T +45 8740 5175  
 M +45 2013 5175  
 E [kak@seg.es.dk](mailto:kak@seg.es.dk)

Seniorkonsulent Michael Studsgaard Sørensen  
 SEGES, Landbrug & Fødevarer

Studertermedhjælper Rune Langergaard  
 SEGES, Landbrug & Fødevarer

## **Baggrund og formål**

En landbrugsvirksomhed befinder sig i en branche med store risici. Risikoen stammer fra mange forskellige kilder og omfatter en meget bred palette af risici.

For at landmændene kan opnå større klarhed over den risiko de påtager sig i forbindelse med landbrugsdriften, er der derfor behov for at skabe klarhed over, hvilken samlet risiko den enkelte landmand er udsat for, så de kan tage beslutninger på et oplyst og faktisk grundlag, når de skal vurdere bedriftens aktuelle og potentielle økonomiske formåen og robusthed.

Identifikation af bedriftens samlede risiko, både på bedriften og i omverdenen, anvendes i forbindelse med en Risikomodel, der kan kvantificere de relevante risici. Modellen beregner og præsenterer en samlet risikoprofil for den enkelte bedrift – i form af en såkaldt "risiko-score" – for hver enkelt risikofaktor, kategorier af sammenlignelige risikofaktorer samt en samlet "bedriftsrisiko-score".

Som supplement gives en oversigt over Best Practice håndtering af de relevante risici i et særskilt notat.

Risikomodellen anvendes dels som et selvstændigt risikostyringsværktøj, dels som en integreret del af en Ratingmodel, der kvantificerer bedriftenes økonomiske, finansielle og ledelsesmæssige styrke.

## **Identifikation, prioritering og kategorisering**

Der er foretaget en identifikation af de væsentligste risici, der er forbundet med at drive en landbrugsvirksomhed, og disse er kategoriseret efter markedsmæssige og branchemæssige risici samt forhold, der knytter sig til risk management.

Udover kategoriseringen ud fra "risiko-kilden", er der foretaget en kategorisering i forhold til metode til beregning af risikoen.

De pågældende risici har forskellig relevans, hvorfor der i udvælgelsen og prioriteringen indgår såvel en vurdering af sandsynligheden for at hændelsen indtræffer som det potentielle økonomiske tab.

Når de forskellige risici er kvantificeret, foretages der en vurdering af, i hvilken udstrækning og hvordan de pågældende risici eventuelt kan styres/reduceres, og der gives anbefalinger i form af en Best practice i forhold til de håndterbare risici. De risici, der ikke kan styres/reduceres – for eksempel på grund af manglende finansielle afdækningsinstrumenter, eller upåvirkelige forhold i omverdenen – udskilles og vurderes særskilt. I forhold til at vurdere den samlede risiko, inddrages beregninger af minimumsbuffer for tilstrækkelig likviditet og soliditet for en landbrugsvirksomhed.

## **Modeludvikling**

Den endelige Risikomodel beregner risikoen for hver risikofaktor og en "risiko-score" for bedriftsrisikoen som helhed. Modellens output er et præsentationsværktøj, der giver landmanden et samlet overblik over bedriftens risici, og gør modellens resultater let tilgængelige for såvel landmanden som dennes samarbejdspartnere.

Modellen giver mulighed for at sammenligne og benchmarke den enkelte landbrugsvirksomheds risici op imod en gruppe af sammenlignelige landbrugsvirksomheder.

Endvidere giver modellen mulighed for at beregne effekten og følsomheden på udvalgte økonomiske nøgletal ved at simulere ændringer i de enkelte risikofaktorer ud fra sandsynlige risiko-scenarier, så det bliver muligt at forholde sig til forskellige variationer af risikosammensætninger på bedriften.

I Risikomodellen kategoriseres risici efter kilden til risikoen samt metoden til beregning af risikoen, som angivet i tabellen.

Risikokategori	Beregningsmetode
Markedsrisiko <ul style="list-style-type: none"> <li>- Priser og omkostninger</li> <li>- Renter</li> <li>- Jordpriser</li> </ul>	Markedsdata og regnskaber Ekspertskøn Ekspertskøn
Brancherisiko	Markedsdata og ekspertskøn
Risk management <ul style="list-style-type: none"> <li>- Omverdens risici</li> <li>- Virksomhedsspecifik risiko</li> <li>- Menneskelige risici</li> <li>- Institutionelle risici</li> <li>- Produktionsrisici</li> </ul>	Spørgeskema og ekspertskøn

### **Kvantificering af markedsrisiko**

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af, hvordan markedsrisikoen er defineret og beregnet. Som nævnt ovenfor er markedsrisikoen afgrænset til at omfatte produktprisrisiko, finansiel risiko og jordprisrisiko.

### **Produktorisiko**

De produkter, der er medtaget under produktorisiko, fremgår af det vedlagte bilag 1. Nogle kategorier indeholder flere produktgrupper. To eller flere produktgrupper er lagt sammen i de tilfælde, hvor de har høj indbyrdes korrelation, og når de har skønsmæssigt samme prisniveau. Produkterne er udvalgt efter deres relevans målt i forhold til produktionen af det enkelte produkt samt tilgængelighed af data. Størrelsen af den enkelte landbrugsbedrifts produktion hentes fra det interne regnskab i Økonomidatabasen.

Formålet med at kvantificere en bedrifts risikobeløb er at få et samlet mål for, hvor høj risiko den enkelte landmand har. Beregningen tager hensyn til, at priserne for nogle produktgrupper svinger i samme takt, mens priserne for andre produktgrupper er modsat korrelerede. Hvis en landmand producerer to produkter, der har negativt korrelerede priser, vil det alt andet lige mindske hans eller hendes risiko. Hvis en landmand omvendt producerer to produkter, hvor priserne er positivt korrelerede, vil det alt andet lige øge hans eller hendes risiko, fordi priserne på begge produkter vil være lave på samme tid. Boks 1 nedenfor uddyber principperne bag denne beregning.

### Boks 1. Beregning af risikobeløb på produktprisrisiko

Omsætning defineres som den samlede sum af mængde  $\omega_i$  gange pris  $p_i$  for hvert produkt  $i$ :

$$\text{omsætning} := \sum_{i=1}^n \omega_i p_i$$

De produkter, som en given bedrift ikke producerer, vil have en mængde på 0, og dermed bidrager de ikke til den samlede produktprisrisiko.

Ved at tage variansen på begge sider af ovenstående ligning bliver det muligt at anvende formelen for varians på en flerleddet størrelse, hvor mængderne  $\omega_i$  er en konstant:

$$\text{Var}(\text{omsætning}) = \text{Var}\left(\sum_{i=1}^n \omega_i p_i\right) = \sum_{i=1}^n \omega_i^2 \text{Var}(p_i) + \sum_{i \neq j} \omega_i \omega_j \text{Cov}(p_i, p_j)$$

Afslutningsvis tages kvadratroden på begge sider af ligningstegnet for at opnå en mål for standardafvigelsen på omsætningen. Denne størrelse defineres som vores risikoscore, da vi gerne vil opnå et kvantitativt estimat for, hvor meget omsætningen kan svinge i løbet af et år:

$$\text{SD}(\text{omsætning}) := \text{risikoscore} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \omega_i^2 \text{Var}(p_i) + \sum_{i \neq j} \omega_i \omega_j \text{Cov}(p_i, p_j)}$$

Det første led under kvadratrodstegnet viser summen af hvert produkts risiko. Risikoen er høj ved produkter med store udsving i priserne, svarende til en høj varians. Det sidste led, der indeholder faktoren  $\text{Cov}(p_i, p_j)$ , er et mål for, i hvor høj grad prisen på de produkter, en bedrift producerer, svinger i samme takt. Hvis en bedrift producerer to produkter, hvor priserne stiger og falder samtidig (dvs. at de har en høj kovarians), så vil den samlede risiko alt andet lige være højere, end når man betragter risikoen for hvert produkt isoleret.

Standardafvigelserne for hvert produkt  $p_i$  er beregnet som et rullende gennemsnit over 12 måneder. Det antages, at priserne er lognormalt fordelte.

Da der er forskel på, hvor langt de enkelte tidsserier for produktpriserne, der danner grundlag for denne beregning, går tilbage, er hvert element i kovariansmatricen beregnet som den partielle korrelation mellem  $p_i$  og  $p_j$ . Det betyder, at alle egenværdierne tilhørende kovariansmatricen ikke nødvendigvis vil være ikke-negative, og at kovariansmatricen dermed ikke er semi-positiv definit.

### Finansiell risiko

Den finansielle risiko er p.t. beregnet som en stigning i renteniveauet på 2 pct.point på tværs af alle variabelt forrentede låntyper. Det betyder, at en bedrifts finansielle risiko er beregnet som følgende sum:

2%	Variabelt realkreditlån i DKK ultimo seneste regnskabsår
2%	Valutalån ultimo seneste regnskabsår
2%	Udenlandslån ultimo seneste regnskabsår
2%	Kassekredit ultimo seneste regnskabsår
2%	Banklån ultimo seneste regnskabsår
30%	Betalt bidragssats i kr. seneste regnskabsår

Den øverste række skal læses på den måde, at risikobeløbet udgør 2 % af landbrugsbedriftens samlede variabelt forrentede realkreditlån pr. ultimo seneste regnskabsår. Lånebeløb fremgår af balancen i regnskabet (pr. ultimo det pågældende regnskabsår). Dermed er renterisikoen defineret som en parallelforskydning af alle renteniveauer i tabellen med +2 pct.point.

I den nederste række er risikobeløbet defineret som 30 % af den bidragssats, der blev betalt i sidste regnskabsår, målt i kroner/øre.

Der tages ikke højde for evt. korrelation mellem udviklingen i renter og bidragssatser.

Det er kun variabelt forrentede lån, der medtages som en del af risikobeløbet. Fastforrentede realkreditlån i DKK er udeladt, fordi der ikke er nogen risiko på det fremtidige rentebeløb (bidragssatsen er dog med som en selvstændig risiko). En stigning i renten vil medføre et kurstab på ens realkreditlån, men det skal ikke nødvendigvis realiseres. Derudover vil en rentestigning i størrelsesordenen 2 % give mulighed for at indfri realkreditlånet til en fordelagtig kurs et stykke under kurs 100, omlægge realkreditlånet og dermed få et nyt, mindre lån.

### **Jordpriserisiko**

Jordpriserisikoen er p.t. defineret som et fald på 10 % af de bogførte jordpriser.

Det samlede risikobeløb kan ikke beregnes som summen af de tre dele, da der er korrelation mellem de enkelte dele. Som eksempel vil jordpriserne alt andet lige falde, når renterne stiger. Det tages der højde for, når det samlede risikobeløb beregnes, på samme måde som det er gennemgået ovenfor i boks 1. Da vi ikke har pålidelig historik for de tre delelementer tilgængelig, er den indbyrdes korrelation fastsat ved ekspertskøn. Der vil løbende blive fuldt op på, om denne korrelation er retvisende, eller om den skal tilpasses.

Når man betragter gennemsnittet på tværs af alle bedrifter, så er det jordpriserisikoen, der udgør den højeste andel (ca. 62%). Den næsthøjeste andel udgøres af produktpriserisikoen (ca. 22%), mens den finansielle risiko gennemsnitligt er den mindste af de tre risikoelementer (ca. 16%).

### **Buffer**

Det samlede risikobeløb er et mål for, hvor meget omsætning, finansielle omkostninger og jordværdi for en landbrugsbedrift kan forventes at svinge i løbet af et år på grund af ændringer i omverden, som den enkelte landmand ikke selv har nogen afgørende indflydelse på. Beløbets størrelse fortæller dog ikke, i hvilken udstrækning landbrugsbedriften er rustet til at modstå de risikohændelser, der måtte indtræffe.

En måde at beregne dette på er at sætte risikobeløbet i forhold til bedriftens kapitalbuffer. Denne buffer udgøres af bedriftens egenkapital plus den løbende indtjening.

Som mål for den løbende indtjening anvendes et konjunkturjusteret likviditetsoverskud. Årsagen til konjunkturjusteringen er et ønske om at fjerne effekten af særligt høje/lave priser eller renter samt særlige hændelser, eksempelvis ekstrem tørke eller nedbør. På den måde anvendes indtjeningen i et "normalår" som et udtryk den kapitalbuffer, der stammer fra den løbende indtjening. Ved manglende data anvendes et gennemsnit af de seneste tre regnskabsår, hvor der er indberettet regnskab.

Ved at sætte risikobeløbet i forhold til bufferen fås et udtryk for risiko-gearingen.

Risiko-gearingen opgøres på følgende måde:

$$\frac{\text{Risikobeløb}}{\text{Egenkapital} + \text{Konjunkturjusteret likviditetsoverskud}}$$

Den maksimale risiko-score gives, hvis risiko-gearingen er lig med eller større end 1. I dette tilfælde svarer risikobeløbet i et givent år til den samlede buffer (egenkapitalen plus et års indkomst). Dvs. at en landbrugsbedrift risikerer at miste hele sin buffer i løbet af det næste regnskabsår.

Den maksimale risiko-score gives tilsvarende, hvis summen af egenkapitalen og likviditetsoverskuddet (bufferen) er negativ.

En vis risiko er en naturlig del af at drive en velfungerende landbrugsvirksomhed, men i takt med at risikobeløbet, som stammer fra markedsudsving i produktpriser, renter og jordpriser, vokser relativt til den likviditets- og egenkapitalbuffer, som virksomheden har at stå i mod med, belastes kapitalberedskabet, og vil udgøre en stigende trussel for virksomheden.

### **Supplerende mål for markedsrisiko**

Ovenstående er et mål for den risiko, der er på spil, hvis virksomheden skal realiseres. I den sammenhæng er risikoen for fald i jordpriserne også relevant. Den løbende risiko for en fortsættende virksomhed er dog i højere grad en likviditetsrisiko, hvor virksomheden kan blive ramt af ændringer i produktpriser og finansielle stød. Disse to forskellige betragtninger gør, at der med fordel kan opereres med to risikomål, realisationsrisiko og likviditetsrisiko. Realisationsrisikoen er defineret ovenfor.

Likviditetsrisikoen beregnes ud fra de samme principper, men undlader at medregne jordpriserisikoen i tælleren, der derefter kun består af produktpriserisikoen og finansielle risici. Nævneren er den samme som beskrevet ovenfor.

Da jordpriserisikoen generelt udgør den største andel af risikobeløbet, vil likviditetsrisikoen ofte være en del mindre end realisationsrisikoen.

### **Vurdering af virksomhedens risk management**

Det er ikke muligt at kvantificere alle virksomhedens risici efter den metode, der er redegjort for ovenfor. Andre risici knytter sig til management, andre igen til den branche, som virksomheden opererer i, og atter andre består af begivenheder og hændelser, som er karakteriseret ved at være både sjældne og som der ikke findes tilstrækkelige data for, om overhovedet nogle. Disse hændelser kan dog have en helt afgørende betydning for virksomhedens økonomi og eksistens.

Sjældne hændelser er delvist indregnet i de kvalitative moduler vedrørende risk management og brancherisici, som beskrives nedenfor. En nærmere beskrivelse af håndteringen af de data-fattige og sjældne hændelser er beskrevet i Bilag 2.

Komponenterne i den kvantitative model vægtes i kraft af den "position", som virksomheden har i markedet. Komponenterne og vægtene af spørgsmålene i risk management undersøgelsen er udvalgt ud fra en faglig vurdering samt test heraf, indtil der er opbygget tilstrækkelig evidens til at kunne foretage en pålidelig beregning af de enkelte spørgsmåls vægt i forhold til den risiko, som virksomheden er udsat for.

Komponenterne i spørgeskema indeholder både finansielle, virksomhedsspecifikke, menneskelige, institutionelle og produktionsmæssige risici. Spørgsmålene testes både indledningsvist og efterfølgende i en "backtest" i forhold til misligholdende og ikke-misligholdende virksomheder. Den efterfølgende udvælgelse, formulering og prioritering af spørgsmålene er foretaget efter principperne i Principal Component Analysis (PCA)/Princals og Item Respons Theory (IRT), som beskrevet i et supplerende notat<sup>1</sup>.

### **Brancherisiko**

En virksomhed opererer inden for en branche, og hele branchen kan være eksponeret over for "fællesrisici", som ikke kan måles gennem en risikovurdering ud fra data eller management på den enkelte virksomhed.

Formålet med at inddrage brancherisiko er derfor at kvantificere forhold i omverdenen, som virksomheden og branchen er eksponeret mod, og som ikke opsamles i de øvrige risikokategorier, men som kan påvirke sandsynligheden for at virksomheden misligholder sine forpligtelser.

Målsætningen er, at integration af brancherisiko forbedrer den samlede Risikomodels prædiktionsnøjagtighed og fortolkbarhed med henblik på at give virksomhedsejeren og dennes rådgivere bedre indblik i virksomhedens samlede risici.

Hvor der kun sjældent kan fanges "hårde data", anvendes der primært kvalitative vurderinger fra branchespekter af forhold i påvirkningen af virksomheden fra omverdenen. Outputtet fra opgørelsen af brancherisikoen integreres i den samlede Risikomodel.

Der foretages en underopdeling af brancherne i 11 "underbrancher", der hver vurderes individuelt; Slagtesvin, Smågrise, Mælk, Slagtekalve, Mink, Fjerkræ, Korn, Roer, Kartoffler, Frøgræs, Øvrig landbrug.

Brancherisici er i Risikomodellen opdelt i tre hovedelementer:

- Markedsvækst: Vurdering af det fremtidige markedspotentiale i den pågældende branche.
- Strukturelle forhold og risici: Vurdering af nuværende og evt. fremtidige forhold som eksempelvis infrastruktur ved input/output, teknologi, kommunikation, geografi, R&D, rekruttering, konkurrence, brancheglidning, demografi, specialisering etc.
- "Legal risk": Vurdering af nuværende og evt. fremtidige risici af lovgivningsmæssig og politisk karakter, herunder nationale og internationale rammevilkår, såsom skat, miljø, dyrevelfærd, klima, landbrugslov, konkurrencelov, planlov, overenskomster etc.

For hver af de tre parametre gives en karakter for hver af de 11 "underbrancher" på en 5-trinsskala, hvor branchens økonomiske udsigter vurderes at være klart over middel, over middel, middel, under middel og klart over middel.

De tre parametre vægtes efter betydning for den enkelte branche og med brug af vægtene og vurderingen af de enkelte parametre, summeres karaktergivningen i en samlet score, der derefter er udtryk for en samlet vurdering af branchens risici.

Ligesom med de øvrige elementer i Risikomodellen, evalueres, genberegnes og justeres branchevurderingen løbende. Der opsamles dokumentation med begrundelser for scoren og anvendte kilder for at sikre konsistens i branchevurderingen.

---

<sup>1</sup> Kaiser og Sørensen, Undersøgelse af spørgeskemaer og analyser af besvarelser, Landbrugsinfo, 2019.

I lighed med vurderingen af virksomhedens risk management komponenters betydning for den risiko, som virksomheden udsættes for, foretages der en faglig vurdering af vægtingen af elementerne i brancherisikoen, indtil der er opbygget tilstrækkelig evidens til at kunne foretage en pålidelig beregning af de enkelte brancheelementers vægt.

### **Konvertering til risikoscore**

De tre elementer i Risikomodelen - den kvantitative beregning (produktorisiko, finansiel risiko og jordprisisiko), den kvalitative vurdering af risk management samt brancherisikoen – har forskelligt output. Den kvantitative model har en gearingsfaktor som output, mens der til de kvalitative elementer risk management og vurderingen af brancherisikoen anvendes en 5-trinsskala, der afspejler i hvor høj grad det enkelte element udgør en risiko for virksomheden.

Med henblik på at integrere risiko-gearingen og de øvrige elementer i Risikomodelen konverteres risiko-gearingen, outputtet fra risk management og branchevurderingen til en risikoscore, der for eksempel kan antage værdier fra 1 til 10. Herefter vægtes og kombineres de tre elementer til en samlet score for virksomheden. Kalibreringen af transformationen fra de individuelle skalaer til en samlet 10-trinsskala følger principperne i ratingmodellen<sup>2</sup>.

### **Integration af risiko-score i Ratingmodel**

Risikomodelen giver et selvstændigt output i forhold til de risici en given landbrugsvirksomhed er udsat for. Derudover integreres Risikomodelens output i en Ratingmodel sammen med outputtet fra en "bankruptcy prediction-model" vedrørende bedriftens økonomiske styrke og et kvalitativt spørgeskema-baseret output vedrørende management. Samlet set giver Ratingmodellen en konkret score og et godt overblik over bedriftens økonomiske præstationer og robusthed.

Der foretages således en kalibrering af risikofaktorerne, så risikoen både kan vurderes selvstændigt og kan indgå i Ratingmodellen, sideordnet med Ratingmodellens øvrige variable. Ved at integrere de tre forskellige typer af input i modellen opnår landmanden bedre forudsætninger for at vurdere og træffe beslutninger vedrørende finansiel styring samt et bedre forhandlingsgrundlag i forhold til finansielle samarbejdspartnere.

### **Afsluttende bemærkninger**

Den samlede Risikomodel opsamler, beregner og scorer risici ud fra en holistisk betragtning, hvor virksomhedens samlede risici indgår, uanset hvor risikoen stammer fra, hvordan den rammer virksomheden og hvordan den håndteres<sup>3</sup>.

Der er tidligere foretaget analyser og beskrivelser af landbrugsvirksomheders risici, men som den første af sin art foretager nærværende Risikomodel en kvantificering af "alle" risici, inklusiv de risici som normalt kun er genstand for individuelle vurderinger og verbale udsagn vedrørende størrelse og beskaffenhed af landbrugsvirksomheders risiko.

I kraft af Risikomodelens kvantitative karakter, er den et meget anvendeligt værktøj til selvstændigt at vurdere, hvilken risiko virksomheden er udsat for og skal håndtere og samtidig et anvendeligt værktøj til at indgå i en større rating-sammenhæng, hvor virksomhedens samlede robusthed og risiko for at misligholde økonomiske forpligtelser vurderes.

---

<sup>2</sup> Kaiser og Trené, Ratingmodel for landbrugsvirksomheder, Landbrugsinfo, 2019.

<sup>3</sup> Kjeldgaard, Best practice for risikostyring i landbruget, Landbrugsinfo, 2019



## Bilag 1. Liste over produktpriser

<b>Korn – salgspriser</b>
Hvede, byg, havre, rug, maltbyg
<b>Korn - købspriser</b>
Foderbyg, -hvede, -rug og -havre samt øvrig korn
Majs
Raps
Øvrigt korn
<b>Økologisk korn - salgspriser</b>
Økologisk byg
Økologisk hvede
Økologisk rug
<b>Proteinafgrøder</b>
Sojaskrå og rapsskrå
Kartofler - konsum
Kartofler - industri
<b>Færdigblandinger</b>
Slagtekyllinger blanding + høns fuldfoder
Tilskudsfoeder slagtesvin og søer
Fuldfoder slagtesvin og søer
Smågriseblanding
Kvæg lav pct. - A-blanding + fuldfoder
Kvæg høj pct. - C-blanding
Økologisk kvæg lav pct. - A-blanding
Økologisk kvæg høj pct. - C-blanding og kalveblanding fuldfoder
<b>Frøgræs</b>
Hundegræs, engsvingel, rødsvingel, strandsvingel
Alm. rajgræs / italiensk rajgræs
Hvidkløver
Engrapgræs
Hundegræs
Øvrigt frøgræs
<b>Animalsk</b>
Mælk - konventionel
Mælk - økologisk
Oksekød (slagtekalve, ungtyre, stude, kvier)
Oksekød (unge og ældre køer)
Slagtekyllinger (fjerkrækød)
Slagtesvin - notering konventionelt svinekød
Slagtesvin - økologiske (notering i alt)
Smågrise indenlands - 7 kg
Smågrise indenlands - 30 kg
Smågrise eksport - salg af 30 kg
<b>Andre kategorier</b>
Minkskind
Minkfoder
Æg - ikke økologiske (skrabeæg)
Æg - økologisk

## Bilag 2. Kvantificering af risiko ved begivenheder med sparsomme data

Dette bilag indeholder hovedprincipperne for beregning og prissætning af sandsynligheden for begivenheder, der er sjældne, og derfor har et sparsomt eller ikke-eksisterende datagrundlag. Eksempler inden for landbruget er sandsynligheden/risikoen for, at der indtræffer en tørke i Danmark, eller at der udbryder svinepest. Resultaterne tilstræbes anvendt i SEGES' Rating- og Risikomodel.

### **Katastrofe modeller**

Katastrofe risiko er den risiko, der er associeret med tabet, der følger en katastrofe. Den nylige tørkeperiode vi oplevede i Danmark er et godt eksempel på en katastrofe, og her har man tydeligt kunne mærke de økonomiske følger. Katastrofer er indenfor forsikringsvidenskaben defineret som begivenheder med lav sandsynlighed og høj økonomisk konsekvens. Disse kaldes i forsikringstekstbøger for uforsikringsbar risiko ("uninsurable risk", Jaffee and Russell, 1997).

Forsikringssselskaber forsikrer sig normalt mod katastrofe risiko ved hjælp af katastrofeobligationer som dækker deres tab i tilfælde af en katastrofe. Hvis katastrofen ikke indtræder, vil den købende part af obligationen få hovedstolen plus renten som compensation for at være udsat for katastroferisikoen. Disse obligationer er derfor en måde at sætte en pris på katastroferisikoen.

### **Katastrofeobligationer**

Formålet med katastrofeobligationer er at dele risikoen ud på andelshavere af obligationen, så den der udsteder ikke selv hæfter for tabet i tilfælde af en katastrofe. Her betaler man en lille risikopræmie til købere af obligationen, som så dækker eventuelle tab i tilfælde af en katastrofe. Katastrofeobligationer betaler standardrenten (floating LIBOR rate) plus en risikorente.

En ofte anvendt måde til at finde værdiansættelsen af katastrofer er derfor ved at beregne forskellen på renten for katastrofe obligationer og standardrenten. Set fra et økonomisk perspektiv er katastrofehændelserne ikke korreleret med økonomien såsom inflation, rentebevægelser eller aktiemarkedet (Zangue and Poppo, 2016). Dog har katastrofetab store spring hvilket gør, at markedet er ukomplet og de klassiske prisfastsættelsesmetoder bliver ugyldige. Klassisk prisfastsættelse kræver, at man kan replicere derivatet perfekt for at kunne prisfastsætte det via markedet (Ma and Ma, 2013). Man vil dog antage, at katastroferisiko er ikke-systematisk, hvorved hoppene i tabet kan diversificeres væk.

Prisfastsætning af katastrofeobligationer er ligesom andre derivater en kompliceret proces. Man vil forsøge at prisfastsætte dem efter en model, hvor udbetaling kun sker, når tabet overtræder en bestemt fastsat grænse, de såkaldte "threshold bonds" (Baryshnikov et al., 2001). Det er fælles for den nedestående model for forsikring af landbrugsudbytte, hvor man prøver at finde sandsynligheden for at ramme under den fastsætte grænse.

Baryshnikov et al. (20016) finder at prisen af katastrofeobligationer i fravær af arbitrage<sup>4</sup> kan findes ved:

$$V_t = E \left[ \int_t^T \exp(-R(t, s)) C_s (1 - F(D - L_s)) 1L_s < D m_s ds \mid F_t \right].$$

---

<sup>4</sup> Risikofri profit.

Denne funktion følger værdien af den fastsatte grænse  $D$ , flowet af katastrofer  $M_s^5$ , fordelingen af tab  $F$  og diskontering af renten. Denne værdi findes ved brug af numerisk integration. Funktionen holder dog kun under strenge antagelser, blandt andet at markedet er likvidt, og handel foregår kontinuert.

### **Model med landbrugsudbytte til udregning af udbytteforsikringspris**

Der er en generel forståelse om at landbrugsudbytte har en negativ skævhed, hvilket betyder, at halen af fordelingen er placeret i venstre side. Det betyder, at et udbytte nær maksimum oftere er observeret end et udbytte nær minimum. En mulig fordeling for afgrødeudbytte er betafordelingen, der kan tage højde for denne skævhed. Det anbefales, at man bruger en parametrisk metode, hvis man har adgang til data eller har en meget lille stikprøve at arbejde med (mindre end 40 observationer). Man kan udregne en fordeling for udbyttet, og fra denne fordeling vil det være muligt at finde sandsynligheden for, at udbyttet falder under en fastsat "katastrofegrænse".

Katastrofegrænsen kan udregnes som en andel  $\lambda$  af det forventede udbytte  $\mu$  (findes ud fra fordelingen). Sandsynlighed for at falde under grænseværdien vil da være  $P(y < \lambda\mu)$ . Denne sandsynlighed vil man udregne som:

$$P(y < \lambda\mu) = \int_{-\infty}^{\lambda\mu} f(y) dy, \text{ hvor } \mu = \int_{-\infty}^{\infty} y \cdot f(y) dy.$$

Metoden afhænger som sagt af, at man kan finde et præcist estimat af udbytte fordelingen  $f(y)$  (Goodwin and Mahul, 2004). Hvis man bruger data for flere år, kan det være en god ide at tjekke, om der er evidens for en tidstrend i data (Zheng et al., 2014). Hvis maksimum likelihood bruges til at udregne  $f(y)$  med en betafordeling, så kan minimum udbytte sættes til 0, og maksimum udbytte kan sættes sådan, at det maksimerer likelihood funktionen.  $\lambda$  kan i vores kontekst sættes så lavt, at det er truende for landmanden, hvis udbytte værdien falder herunder. Ozaki et al. (2008) foreslår en risikopræmie på renten givet ved:

$$\text{Premium rate} = \frac{F_Y(\lambda\mu) E_Y[\lambda\mu - (Y|y < \lambda\mu)]}{\lambda\mu}$$

Risikopræmien kan udregnes på kreds niveau (flere data) eller helt nede på landmandsniveau (få data punkter pr. landmand).

Det vil også være muligt at tjekke robustheden af forskellige parametriske tætheder og ikke-parametriske kernel tætheder, for at se, om det udgør en stor forskel på resultatet, om man bruger en parametrisk eller ikke-parametrisk metode.

---

<sup>5</sup> Antages at følge en Poisson punkt proces. Det antages implicit heraf at katastroferne er uafhængige.

### **Mulige strategier**

Baseret på den research, der er blevet foretaget, kan en af følgende strategier følges:

- Udregn en katastrofe risiko sandsynlighed ved at bruge udenlandske katastrofeobligationer minus den standard rente, der følger i det land (LIBOR f.eks.). Katastrofeobligationsrenten vil være opdelt i standardrenten, da man skal kompenseres for ikke at investere i den, samt en risikopræmie for, at den givne katastrofe indtræffer. Hvis man her kan få fat i katastrofe obligationer for landbrug vil det selvfølgelig være at foretrække, samt for lande der ligner det danske marked mest muligt. Eventuelt hvis landmændenes forsikringspriser er kendte, kan man gøre dette for de danske landmænd. Eventuelt kan Baryshnikov et al. (2001) formel for prisfastsættelse anvendes.
- Lav en model for crop yield (høst udbytte) og find en forsikringspris for denne, så vil dette være risikoen for, at uventede begivenheder finder sted. Man kan enten inddele på driftsgren, geografisk område (kreds) eller begge (Ozaki et al., 2008). I Ozaki et al. (2008) bruges en ikke-parametrisk metode, hvor sandsynligheden for tab udregnes fra data. Det sker ved, at man udregner sandsynligheden for udbytter under et pre-bestemt udbytte, som er en procentdel af det forventede udbytte. Resultaterne vil dog være afhængig af, hvilken ikke-parametrisk metode man vælger, såsom valg af kernel. Ozaki et al. (2008) udregner sandsynligheden for et tab som arealet under den udregnede tæthedsfunktion.
- Opstil en konstant sandsynlighed for, at disse uventede begivenheder opstår. Det kan f.eks. være 1 procent for alle. Dette er selvfølgelig ikke ønskværdigt, da der her ikke tages højde for noget for de specifikke landmænd. Derved tages der ikke højde for forskellige sandsynligheder for at opleve disse uventede begivenheder.
- Opstil en grænse for hvad man kalder uventet. Det kan f.eks. være alt, hvad der ligger 2-3 standardafvigelser fra middelværdien/normalen. Her vil der så måske være nogle, der oftere oplever disse uforudsigeligheder. Det vil være muligt at opstille en model, der ud fra et variabel set (f.eks. regnskabstal) kan forudsige, hvad sandsynligheden er for, at man oplever noget uforudset.

### **Referencer:**

Yuliy Baryshnikov, Anita Mayo, and David R Taylor. Pricing of cat bonds. preprint, 2001.

Barry K Goodwin and Olivier Mahul. Risk modeling concepts relating to the design and rating of agricultural insurance contracts. The World Bank, 2004.

Dwight M Jaffee and Thomas Russell. Catastrophe insurance, capital markets, and uninsurable risks. *Journal of Risk and Insurance*, pages 205–230, 1997.

Zong-Gang Ma and Chao-Qun Ma. Pricing catastrophe risk bonds: A mixed approximation method. *Insurance: Mathematics and Economics*, 52(2):243–254, 2013.

Vitor A Ozaki, Barry K Goodwin, and Ricardo Shirota. Parametric and nonparametric

statistical modelling of crop yield: implications for pricing crop insurance contracts. *Applied Economics*, 40(9):1151–1164, 2008.

Ngouffo Zangue and Jaures Poppo. Evaluating catastrophe risk and cat bonds pricing methods. B.S. thesis, Università Ca'Foscari Venezia, 2016.

Qiujie Zheng, H Holly Wang, and Qing Hua Shi. Estimating bivariate yield distributions and crop insurance premiums using nonparametric methods. *Applied Economics*, 46(18):2108–2118, 2014.