

Working paper: Analyse af data fra 50 RISE-vurderinger

Jesper Overgård Lehmann & Tommy Dalgaard

Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet – Foulum

Dato: 30. oktober 2018

Indholdsfortegnelse

Data og formål med analysen	2
Emneresultater	3
Korrelationsanalyse	3
Principal component analysis (PCA)	5
<i>PCA uden de 2 mest påvirkende bedrifter</i>	<i>7</i>
Cluster analysis	7
Delkonklusion	10
Indikatorvariable	11
Korrelationsanalyse	11
PCA	12
Cluster analysis	13
Delkonklusion	15
Sammendrag og samlede konklusioner	16
Samlet konklusion	16
Anbefaling	16
Bilag 1: Beskrivelser af variable: Emne-resultater	17
Bilag 2: Beskrivelse af variable: Indikator-variable	18

Rapport udarbejdet i forbindelse med projekt ”Måling og forbedring af bæredygtig dansk mælkeproduktion med fokus på klima” finansieret af Mælkeafgiftsfonden og Aarhus Universitet.

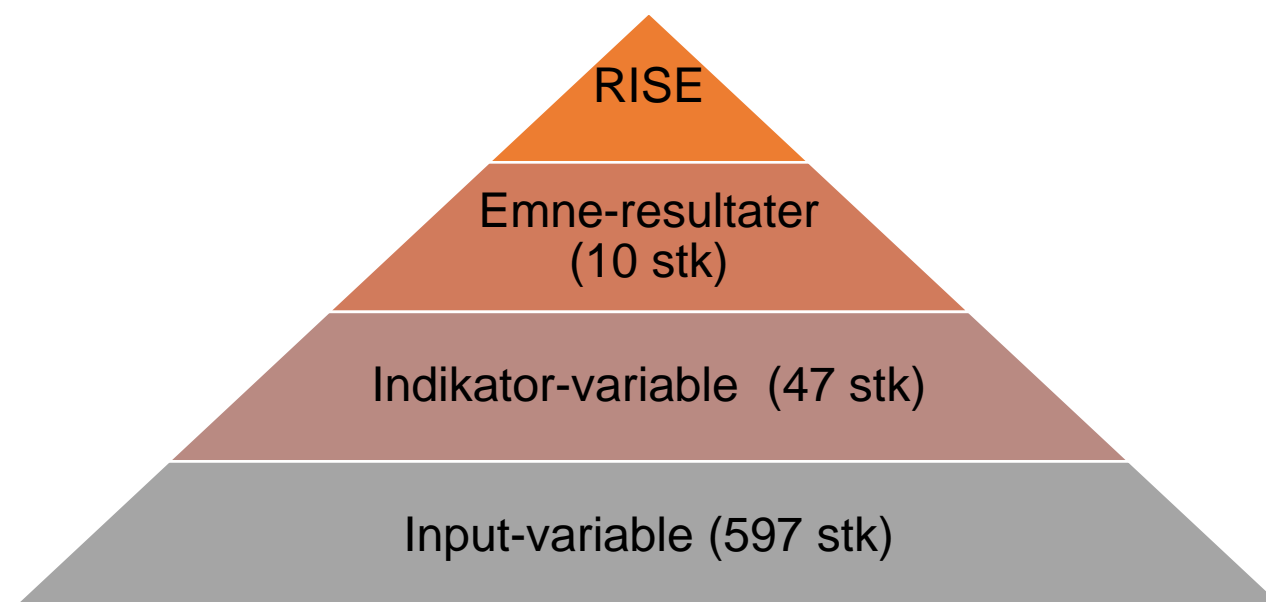
Data og formål med analysen

Datagrundlaget for nærværende interne notat består af i alt 50 RISE-analyser foretaget på 50 forskellige bedrifter henover årene 2016 og 2017. Bedrifterne er økologiske mælkeproducenter og leverer mælk til enten Arla eller Naturmælk. Nedenstående tabel viser en oversigt antallet af bedrifter i det enkelte år for hvert mejeri (Tabel 1).

Tabel 1. Oversigt over observationer

Mejeri	År 2016	År 2017	I alt
Arla, antal bedrifter	17	6	23
Naturmælk, antal bedrifter	12	15	27
I alt, antal bedrifter	29	21	50

En RISE-analyse er en samlet bæredygtighedsvurdering vist med 10 forskellige emne-resultater. Emne-resultaterne er en sammenvejning af i alt 47 indikator-variable, som igen er en sammenvejning af i alt 597 input-variable. Det betyder, at en RISE-analyse består af en række hierarkisk niveau-opdelte oplysninger (Se nedenstående figur). Det hierarki skal der tages højde for i en samlet analyse af de 50 RISE-analyser, fordi hierarkiet skaber en iboende sammenhæng, som vil forstyrre og sandsynligvis forvrænge en samlet analyse.



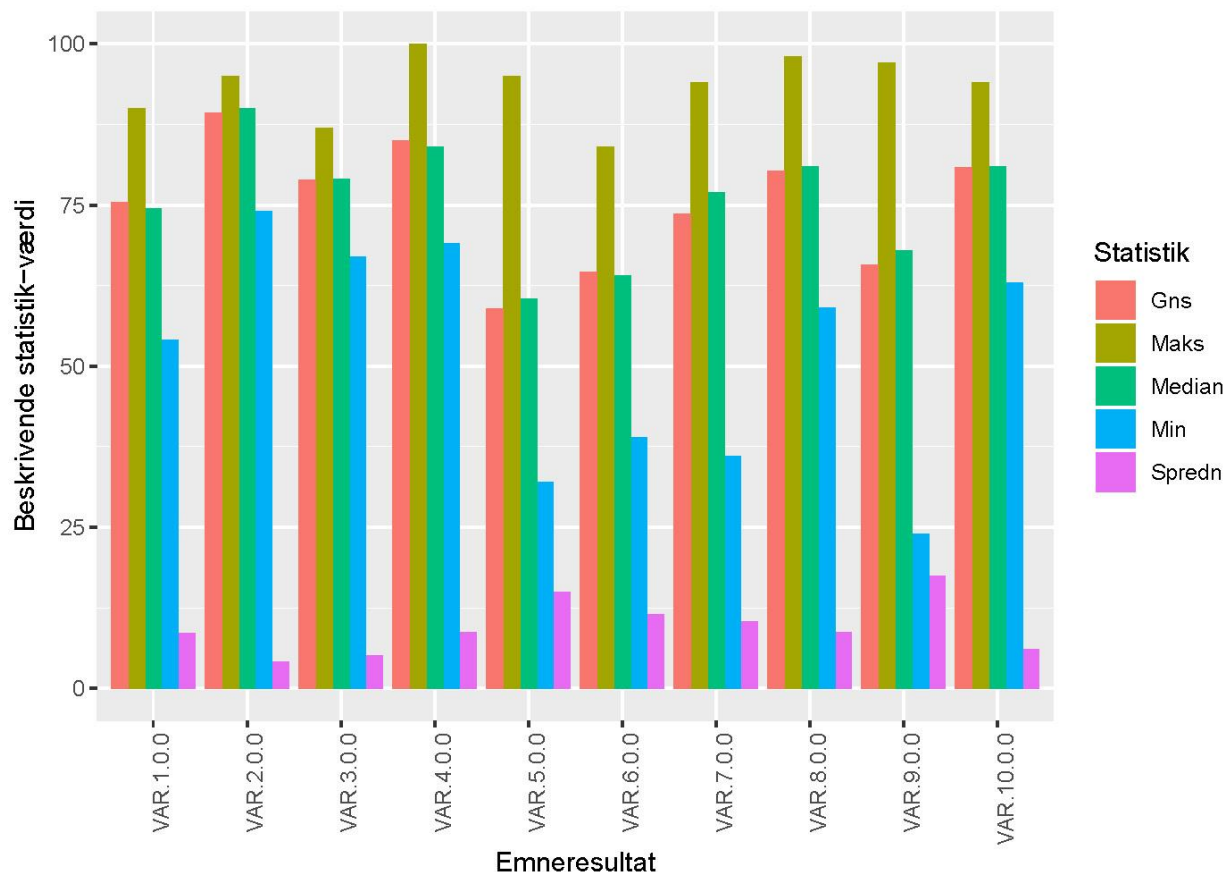
Figur 1. Opbygning og sammenhæng mellem variable i en RISE-analyse.

Både emne-resultaterne og indikator-variablene er relative variable, hvor den enkelte bedrift har fået en tildelt en score fra 0 til 100. I analyse-mæssig sammenhæng er de derfor numeriske, men relativiteten gør, at der ikke nødvendigvis er en fysisk sammenhæng mellem værdierne på tværs af variable. Det betyder dog, at der godt kan være en score-mæssig sammenhæng. Samtidig er det væsentligt at holde sig for øje, hvad en høj score betyder, fordi en høj score på klima tilsvarende må betyde, at udledningen er lille. Disse betragtninger er væsentlige at have in mente i de efterfølgende afsnit. Endeligt er 50 observationer, i det her tilfælde 50 RISE-analyser, ikke noget specielt stort datasæt, og egentlige statistiske analyser giver mest mening for emne-resultaterne og mindre for de øvrige variable.

Formålet med nærværende notat er således, at undersøge om der er strukturer og signifikante sammenhænge mellem nogle af henholdsvis emne-resultaterne og indikatorvariablene. Målet er at dermed at undersøge, om potentielle sammenhænge kan fortælle noget om, hvad der karakteriserer, der klarer sig godt på forskellige parametre.

Emneresultater

Figur 2 viser gennemsnit, median, minimum, maksimum og spredning for hver af de 10 emneresultater. De 50 bedrifter, som alle er mælkeproducenter, klarer sig gennemsnitligt set bedst inden for emneresultat Husdyr (VAR.2.0.0) efterfulgt af Vand (VAR.4.0.0), mens der er størst spredning i scorerne for Økonomi (VAR.9.0.0) efterfulgt af Energi og klima (VAR.5.0.0). Spredningen er mindst for Husdyr og Bedriftsledelse (VAR.10.0.0). Variable med en lille variation betyder, at her er bedrifterne relativt homogene. Se bilag 1 for emneresultaternes navne og variabelnumre.

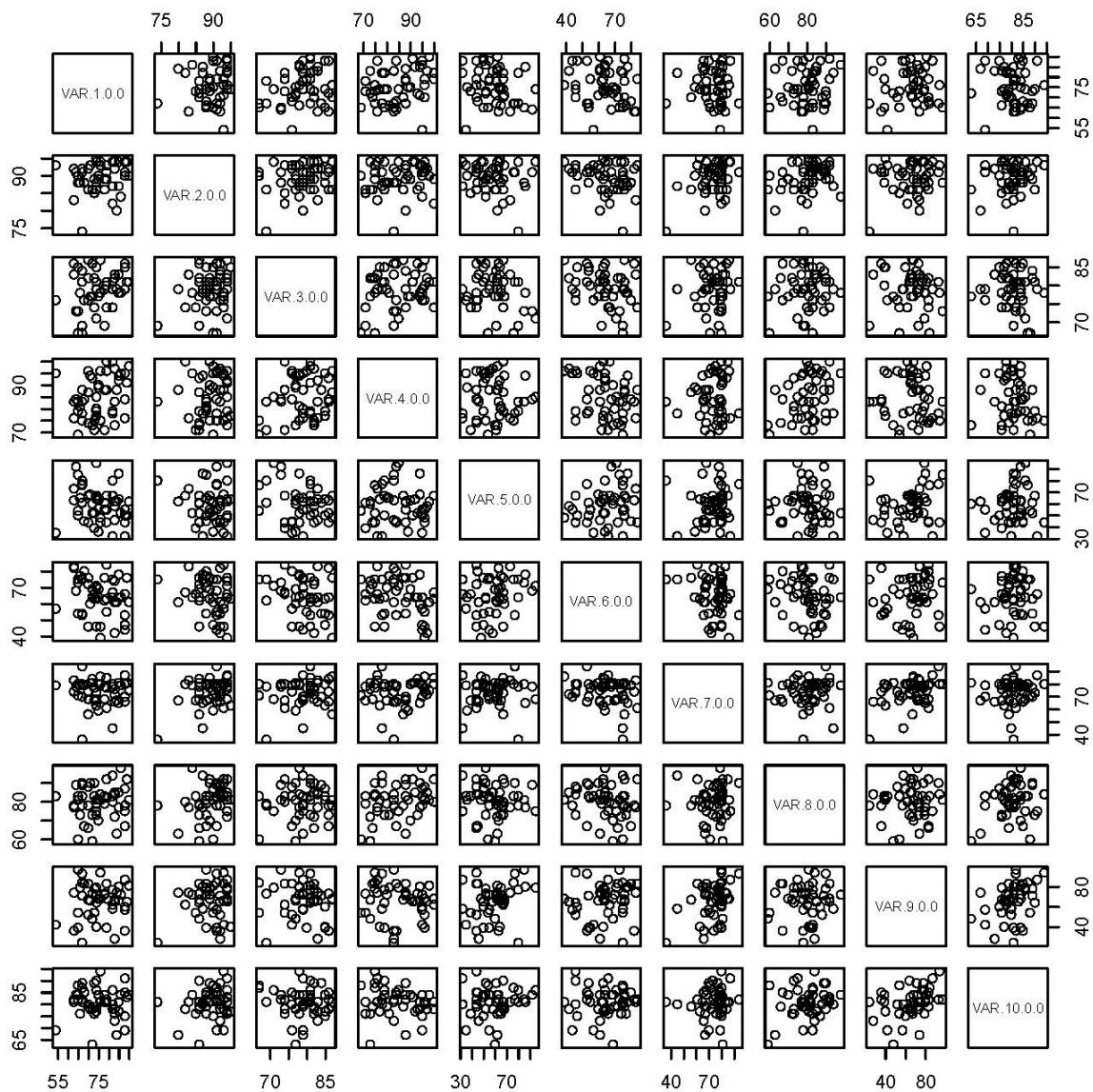


Figur 2. Beskrivende statistik for 50 bedrifters emneresultater.

Næste skridt er ofte at visualisere parvise sammenligninger (Figur 3), og her er der ikke umiddelbart nogen kombinationer af emneresultater, der viser tydelige, visuelle sammenhænge. Mestendels ligner det en klump af observationer, eller det former henholdsvis lodrette eller vandrette formationer, hvor der derfor ikke er en visuel sammenhæng.

Korrelationsanalyse

Tabel 2 viser Spearman-korrelationer (over diagonalen) og Pearson-korrelationer (under diagonalen) for alle kombinationer af emneresultater (Bilag 1). Spearman-korrelationer er baseret på en forudgående rangering af data, hvorfor Spearman ikke forudsætter linearitet og normalitet. Det gør Pearson. Spearman kan derfor godt finde en sammenhæng, selvom den sammenhæng ikke nødvendigvis er lineær. Alle korrelationerne er generelt relativt små og aldrig mere end $|0,4|$. Korrelationer, som er statistisk signifikant større end nul, er vist med asterisk i tabellen (*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$). Hovedparten af korrelationerne er ikke signifikant forskellig fra nul.



Figur 3. Parvise sammenligninger af de 10 emneresultater.

Samtidig er forholdet mellem Spearman- og Pearson-korrelationen i adskillige tilfælde noget forskellig fra 1, hvilket er et tegn på, at scorerne ikke er normalfordelte. Det viser, at en simpel lineær analyse ofte er utilstrækkelig eller ikke mulig. I Tabel 2 er korrelationer, hvor forholdet er $<0,5$ eller $>1,5$, vist ved understregning, og alle signifikante Spearman- og Pearson-korrelationer har et forhold mellem 0,5 og 1,5. Det vil sige, at de i højere grad er normalfordelte.

Alle signifikante korrelationer er $\leq |0,4|$ og derfor svage til middel af styrke. Variablene næringsstoffer og miljøbeskyttelse (3.0.0) og biodiversitet (6.0.0) samt vand (4.0.0) og biodiversitet er negativt korrelerede. Jo højere bedrifterne scorer på den ene variabel, jo lavere scorer de på den anden. Modsat er variablene jord (1.0.0) og vand, husdyr (2.0.0) og livskvalitet (8.0.0), vand og livskvalitet, økonomi (9.0.0) og bedriftsledelse (10.0.0) samt arbejdsvilkår (7.0.0) og økonomi er positivt korrelerede.

Syv kombinationer af variable udviste en signifikant numerisk lineær sammenhæng, men i alle tilfælde var $R^2 < 0,17$, og den lineære koefficient forklarede derfor mindre end 17 % af den samlede variation. Desuden udviste 7 kombinationer af variable en kvadratisk lineær sammenhæng (i.e. $y = x + x^2$), hvoraf kun de 2 ligeledes udviste en lineær sammenhæng. En lineær kvadratisk funktion af

arbejdsvilkår (7.0.0) kunne forklare 23 % af variation i scoren for husdyr og modsat, mens 17 % af variationen i næringsstoffer og miljøbeskyttelse (3.0.0) kunne forklares som en lineær kvadratisk funktion af energi og klima (5.0.0), men her gjaldt det ikke modsat.

Tabel 2. Spearman-korrelationer (over diagonalen) og Pearson-korrelation (under diagonalen)¹.

Variabel	1.0.0	2.0.0	3.0.0	4.0.0	5.0.0	6.0.0	7.0.0	8.0.0	9.0.0	10.0.0
1.0.0	1	0.18	0.21	0.36*	-0.23	-0.25	<u>-0.09</u>	0.12	<u>0.00</u>	<u>-0.10</u>
2.0.0	0.13	1	0.18	<u>0.12</u>	-0.11	-0.24	<u>0.14</u>	0.31*	<u>-0.01</u>	0.15
3.0.0	0.24	0.23	1	0.12	-0.13	-0.28*	<u>0.07</u>	<u>0.03</u>	-0.20	-0.12
4.0.0	0.32*	<u>0.08</u>	0.22	1	<u>0.02</u>	-0.31*	0.10	0.29*	<u>-0.15</u>	-0.20
5.0.0	-0.19	-0.15	-0.23	<u>0.01</u>	1	0.23	<u>0.10</u>	<u>-0.11</u>	0.20	0.06
6.0.0	-0.22	-0.25	-0.31*	-0.32*	0.23	1	-0.17	-0.25	<u>0.24</u>	<u>0.07</u>
7.0.0	<u>-0.05</u>	<u>0.36</u>	<u>0.15</u>	0.09	<u>0.07</u>	-0.26	1	<u>0.12</u>	0.27	0.10
8.0.0	0.12	0.26*	<u>0.09</u>	0.34*	<u>-0.04</u>	-0.18	<u>0.04</u>	1	<u>-0.02</u>	<u>0.08</u>
9.0.0	<u>0.07</u>	<u>0.10</u>	<u>-0.15</u>	<u>-0.08</u>	0.22	<u>0.15</u>	0.40**	<u>0.07</u>	1	0.39*
10.0.0	<u>-0.05</u>	0.20	-0.10	-0.20	0.08	<u>0.04</u>	0.10	<u>0.21</u>	0.37**	1

¹Spearman-korrelationer er baseret på rangering og kræver ikke både sammenhæng og linearitet. Det gør Pearson-korrelationer. Understregede korrelationer indikerer, at forholdet mellem Spearman- og Pearson-korrelationen for de 2 variable <0,5 eller >1,5.

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$

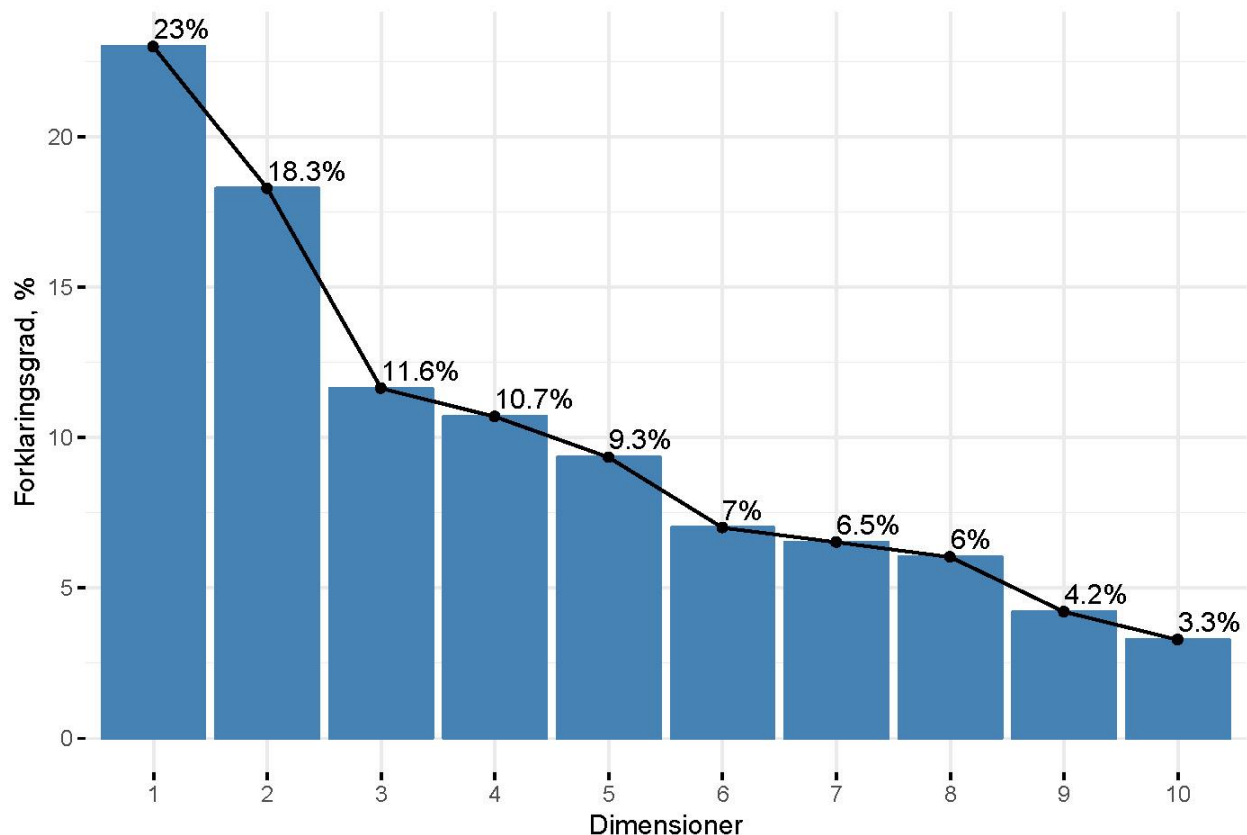
Principal component analysis (PCA)

En PCA udnytter korrelationsstrukturen i et datasæt til at reducere kompleksiteten gennem en analyse af de principielle komponenter i et datasæt, som også benævnes dimensioner. En PCA danner derfor et sæt af ukorrelerede dimensioner ud fra et sæt af korrelerede variable, hvor det maksimale antal dimensioner svarer til antallet af variable. Hver dimension har en tilknyttet eigenverdi, som beskriver hvor stor en del af datasættets samlede variation bliver forklaret med den pågældende dimension. Første dimension forklarer altid mest, anden dimension næstmest, og det er illustreret for emneresultaterne i Figur 4. Første dimension forklarer 23 % af den samlede variation, mens anden dimension forklarer 18,3 %, og til sammen forklarer de derfor 41,3 % af datasættets variation.

Den videre analyse i en PCA beror på en vurdering af, hvor mange af dimensionerne man skal beholde, og der er ikke nogen fastlagte regler for, hvor grænsen går. Nogle mener, at dimensioner, der bidrager med en forklaringsgrad på mere end 5 %, skal indgå, mens andre mener, at dimensioner med en eigenverdi på over 1 skal indgå. Sidstnævnte kriterie er begrundet med, at de dimensioner bidrager med mere minimum en gennemsnitlig forklaringsgrad, og på Figur 4 svarer det til, at de første 4 dimensioner beholdes til den videre analyse. De forklarer til sammen 63,6 % af datasættets samlede variation.

Hver dimension har også en egenvektor, som beskriver den enkelte variabls relation med den pågældende dimension, og den kan sammen med eigenverdien bruges til at beregne den enkelte variabls indflydelse på hver dimension. Tabel 3 viser hvert emneresultats indflydelse på hver dimension, det vil sige, hvor stor en andel af den enkelte dimension kan forklares med hvert emneresultat. Hvis en variabel bidrager med mere end gennemsnittet til en dimension siges den at være betydende, hvilket i Tabel 3 svarer til 10 %, da der er 10 emneresultater. Det betyder, at den første og mest betydende dimension er karakteriseret ved biodiversitet (6.0.0), næringsstoffer og miljøbeskyttelse (3.0.0), vand (4.0.0), husdyr (2.0.0) og jord (1.0.0). Anden dimension består mestendels af økonomi (9.0.0), bedriftsledelse (10.0.0) og arbejdsvilkår (7.0.0), mens tredje dimension primært er påvirket af vand, livskvalitet (8.0.0) og energi og klima (5.0.0). Endeligt er

fjerde dimension primært påvirket af arbejdsvilkår, bedriftsledelse, energi og klima samt livskvalitet.



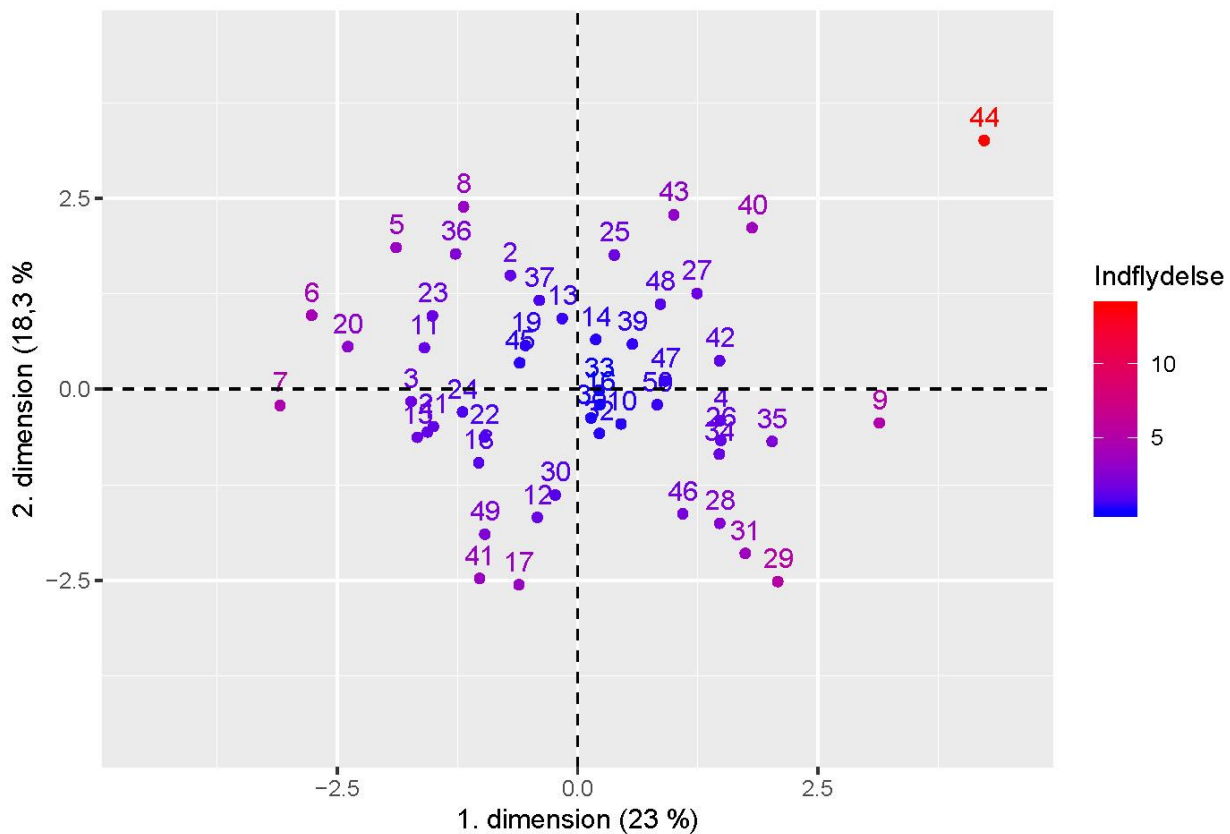
Figur 4. Dimensionernes forklaringsgrad i PCA'en for emneresultater.

Det betyder, at samtlige variable er repræsenteret i de 4 vigtigste dimensioner, og 21,6-58,4 % af den enkelte variabels bidrag vil være dækket. De tal fås ved at summere horisontalt i Tabel 3. Det betyder, at den vigtigste information relaterer til mark og dyr, og den næst-vigtigste relaterer til økonomi og ledelse, mens de 2 efterfølgende dimensioner er mindre klare. Det betyder også, at det er vanskeligt at pege på nogle variable, som hænger mere sammen end andre eller andre, som er mindre vigtige. Eksempelvis er jord, næringsstoffer og miljøbeskyttelse samt biodiversitet samlet set de **mindst** vigtige på tværs af de 4 vigtigste dimensioner, men de er kun vigtige for den første dimension.

Tabel 3. Variablenes indflydelse på hver dimension i % variablenes samlede indflydelse.

Variabel	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5	Dim.6	Dim.7	Dim.8	Dim.9	Dim.10
VAR.1.0.0	11.5	1.1	6.1	2.9	53.0	0.0	0.0	11.5	3.2	10.6
VAR.2.0.0	13.8	8.8	7.9	1.5	3.2	4.4	22.2	30.1	1.5	6.7
VAR.3.0.0	16.2	2.1	6.4	0.8	0.9	53.2	7.6	11.6	0.5	0.7
VAR.4.0.0	15.3	1.9	29.9	6.0	0.3	0.3	0.5	1.4	42.7	1.7
VAR.5.0.0	6.1	6.1	19.8	19.0	2.2	15.5	7.4	19.7	4.2	0.0
VAR.6.0.0	21.3	0.5	1.6	1.7	3.2	22.5	30.4	4.3	6.3	8.1
VAR.7.0.0	5.8	18.3	6.3	28.0	0.1	2.7	1.2	2.9	0.0	34.7
VAR.8.0.0	9.8	3.0	20.7	13.7	17.3	0.1	3.4	8.0	21.6	2.4
VAR.9.0.0	0.1	33.1	1.3	1.0	19.8	1.0	0.5	10.3	1.9	31.0
VAR.10.0.0	0.0	25.1	0.0	25.4	0.1	0.3	26.8	0.1	17.9	4.1

På tilsvarende vis kan man beregne den enkelte observations indflydelse på den enkelte dimension.



Figur 5. Vægtede indflydelse af de 50 bedrifter på 1. og 2. dimension ud fra emneresultater.

Figur 5 viser de 50 bedrifters vægtede indflydelse på de 2 første dimensioner, hvor farvekoden illustrerer indflydelsen. Bedrift 44 udgør henholdsvis 15.6 og 11.6 % af første og anden dimension. Tilsvarende udgør bedrift 9 8,6 % af første dimension, og det skal sammenlignes med en gennemsnitlig påvirkning på 2 %. Bedrifterne 7 og 29 er de næste i rækken. Der er derfor nogle enkelte bedrifter, som har en meget stor påvirkning på PCA'ens resultater.

PCA uden de 2 mest påvirkende bedrifter

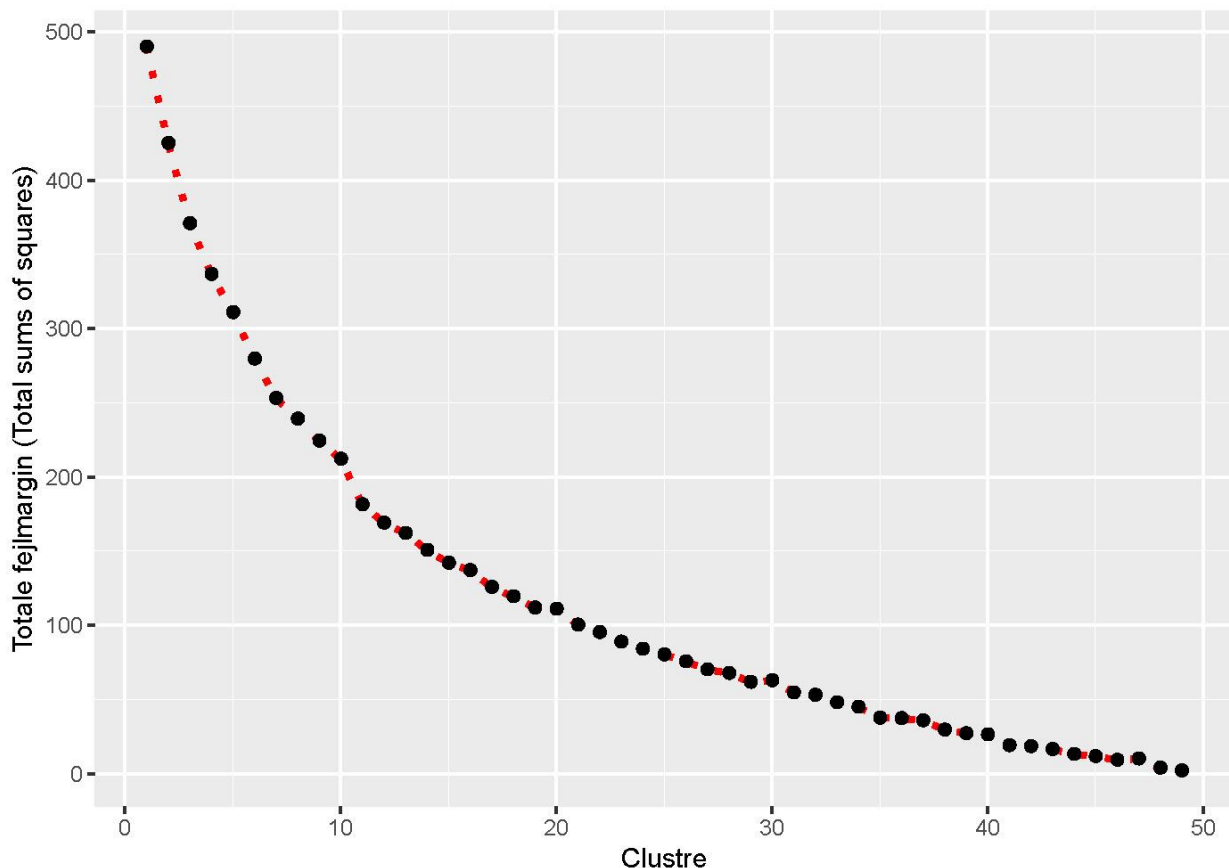
Fjernes bedrifterne 44 og 9 fra datasættet, er det stadig de 4 første dimensioner, som har en eigen værdi over 1, og de forklarer nu sammenlagt 62,6 % af den samlede variation. Det vil sige, at PCA'ens forklaringsgrad er blevet reduceret, og det kommer til udtryk ved, at både første og anden dimensions forklaringsgrad reduceres, mens tredje og fjerde dimensioner hæves. Det betyder, at faldet i forklaringsgrad (jf. Figur 4) ændres til et mere jævnt fald, og det gør det mindre klart, hvor mange dimensioner der skal indgå i den efterfølgende analyse.

Samtidig bidrager alle emneresultaterne med minimum 10 % til 1 af de 4 første dimensioner, og så skal der minimum 4 emneresultater til at beskrive henholdsvis første, anden og tredje dimension. Endeligt er der nu 4 andre bedrifter (29, 31, 40 og 43), som har en betydeligt skæv påvirkning på PCA'en, og det kan derfor diskuteres, om de ikke også skulle fjernes, inden analysen køres. Men det vil i så fald have fjernet 12 % observationerne.

Cluster analysis

En cluster analyse kan generelt udføres på to måder, hvoraf den ene tester hvor godt et forudbestemt antal klynger beskriver observationerne, mens anden metode anvender hierarkisk gruppering af observationerne. I og med, at der er 50 bedrifter, så er der også potentielt 50 clustre (klynger), hvis hver enkelt bedrift er helt unik og ikke har noget videre til fælles med de øvrige i datasættet. Når man grupperer observationer, her bedrifter, vil der altid opstå en vis fejlmargen, og den fejlmargen er

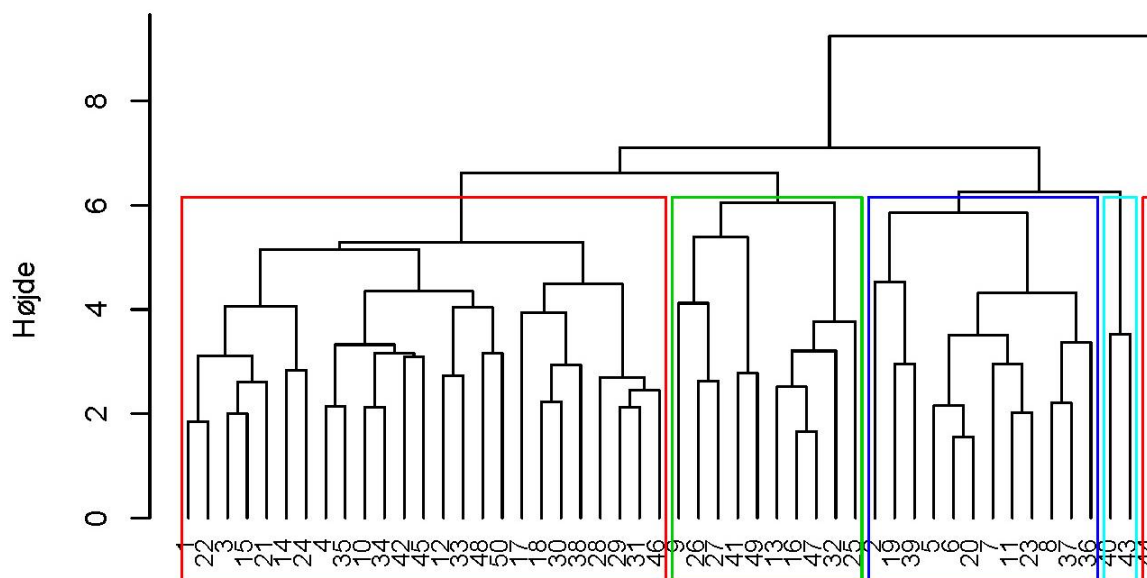
man til dels interesseret i at minimere, om end man er nødt til at vurdere, hvornår gevinsten ved at tilføje en ekstra cluster er for lille. Figur 6 viser den samlede fejlmargen i forhold til antallet af cluster, som bedrifterne er inddelt i, og her ses det, at den samlede fejlmargen gradvist bliver mindre, jo flere cluster bedrifterne bliver inddelt i. Der er ikke nogen klar indikation af, hvornår gevinsten ved flere cluster bliver for lille i Figur 6. Fejlmarginen bliver halveret ved at gå fra 10 til 20 cluster, men så reduceres antallet af bedrifter per cluster ligeledes fra 5 til 2,5. Fem bedrifter per cluster vil være for få til at kunne lave en egentlig klassificering. Figur 6 viser derfor, at der ikke er nogen tydelig gruppering af bedrifterne.



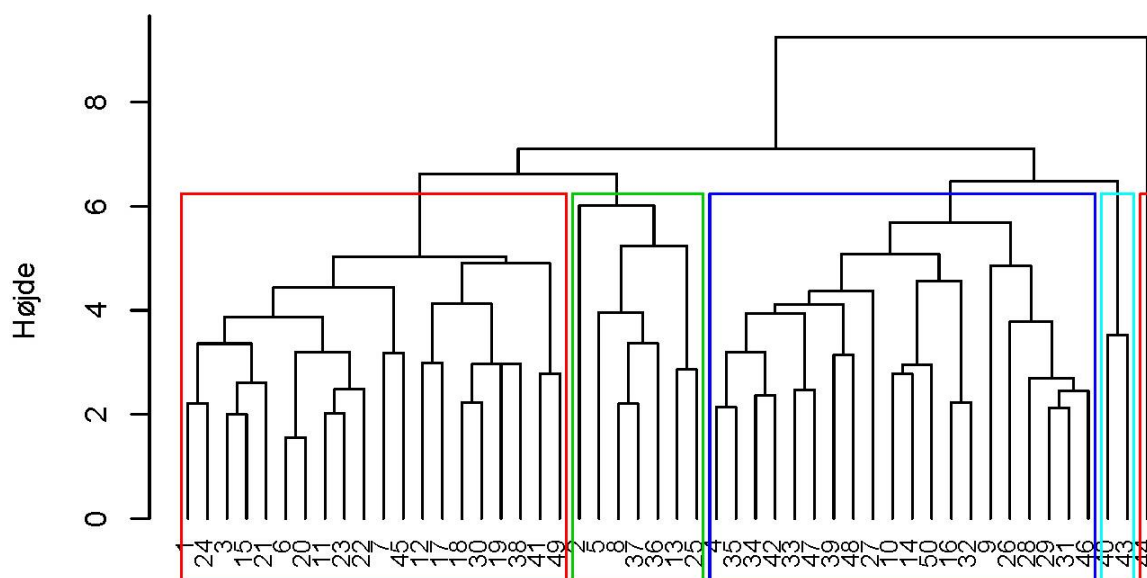
Figur 6. Den samlede fejlmargen (total sums of squares) i forhold til antallet af cluster (klynger), som bedrifterne bliver inddelt i ud fra emneresultaterne.

En hierarkisk cluster-analyse kan ligeledes udføres på 2 måder; enten via en bottom-up-tilgang, hvor alle bedrifterne bliver anset for at være unikke, inden de sættes sammen i grupper, eller via en top-down-tilgang, hvor alle bedrifterne indledningsvis anses for at være ens.

Figur 7 og 8 viser resultaterne af en hierarkisk gruppering (cluster) med henholdsvis en bottom-up-tilgang og en top-down-tilgang, og det giver lidt forskellige grupperinger. Højden på den enkelte streg, inden den knækker, viser noget om, hvor ens eller forskellige to bedrifter er. Jo højere, jo mere forskellige er de, og begge figurer viser, at alle 50 bedrifter er relativt unikke. På intet tidspunkt er der mere end 2 bedrifter, som ligner hinanden lidt. Begge figurer viser også, at et snit i en højde på 6 inddeler bedrifterne i 5 cluster, og i begge tilfælde er der 3 bedrifter, som afviger fra de andre, mens der kun sker forskydninger mellem de 3 store cluster.



Figur 7. Hierarkisk gruppering (cluster) af bedrifterne med en bottom-up-tilgang.



Figur 8. Hierarkisk gruppering (cluster) af bedrifterne med en top-down-tilgang.

Hvis vi ser bort fra de 3 bedrifter, som afviger en del fra de andre, så rejser det spørgsmålet om, hvorvidt der er forskel mellem de 3 store clustre. Tabel 4 viser en beregnet værdi for hvert af de 10 emneresultater i forhold til cluster, og beregningerne er foretaget separat for hver cluster-metode. For begge metoder er der ingen forskel mellem de 3 clustres score for jord (VAR.1.0.0) og Husdyr (VAR.2.0.0), mens der for bottom-up-metoden heller ikke er forskel i Livskvalitet (VAR.8.0.0) mellem clustrene. Til gengæld varierer metoderne i, hvordan de rangerer de 3 clustres emneresultater, og i 9 ud af 16 tilfælde er de 2 metoder uenige i, hvilke clustre der har henholdsvis den største og mindste værdi inden for emneresultaterne.

De 2 metoder er til gengæld enige i, at cluster 3 scorer lavt for Næringsstoffer og Miljøbeskyttelse (VAR.3.0.0) og for Vand (VAR.4.0.0), mens den scorer højt for Biodiversitet (VAR.6.0.0) og Økonomi (VAR.9.0.0). Cluster 2 scorer lavt for både Økonomi og for Bedriftsledelse (VAR.10.0.0), mens cluster 1 scorer højt i arbejdsvilkår (VAR.7.0.0).

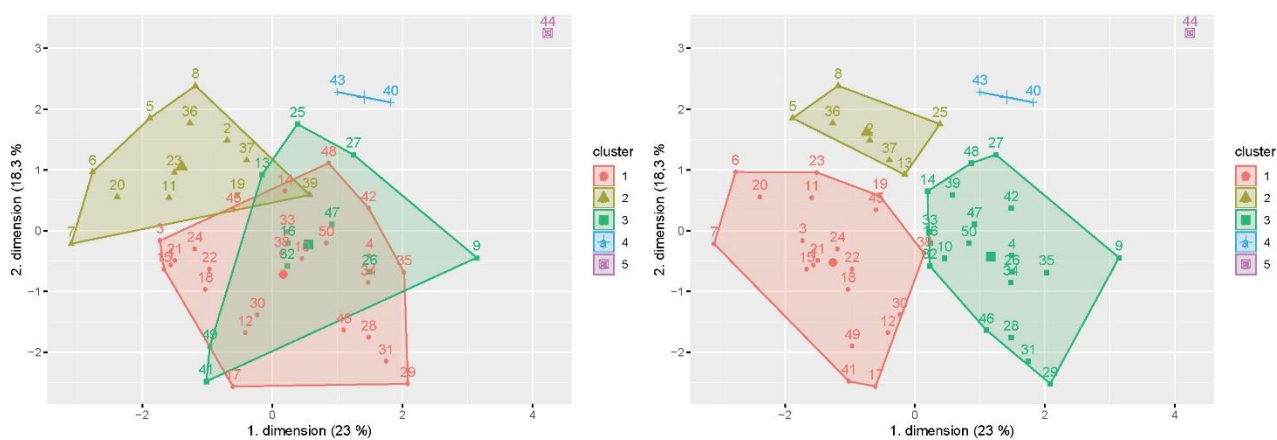
Tabel 4. De 3 største clustres¹ emneresultat (standard error)² afhængig af cluster-metode.

Variabel	Bottom-up cluster (Figur 7)			Top-down cluster (Figur 8)		
	1	2	3	1	2	3
VAR.1.0.0	74.7 (1.7) ^a	75.9 (2.5) ^a	76.8 (2.8) ^a	78.0 (1.8) ^a	77.7 (3.1) ^a	72.1 (1.8) ^a
VAR.2.0.0	89.2 (0.6) ^a	91.8 (0.9) ^a	89.5 (1.0) ^a	90.8 (0.7) ^a	91.3 (1.2) ^a	88.5 (0.7) ^a
VAR.3.0.0	79.1 (0.9) ^{ab}	82.5 (1.3) ^a	75.5 (1.4) ^b	81.4 (1.0) ^a	80.7 (1.7) ^{ab}	76.5 (1.0) ^b
VAR.4.0.0	85.9 (1.6) ^a	89.7 (2.3) ^a	78.5 (2.6) ^b	88.6 (1.9) ^a	85.9 (3.2) ^{ab}	81.8 (1.9) ^b
VAR.5.0.0	66.9 (2.5) ^a	51.0 (3.5) ^b	46.2 (3.9) ^b	56.7 (3.1) ^{ab}	44.6 (5.2) ^a	65.1 (3.1) ^b
VAR.6.0.0	67.8 (2.0) ^a	53.6 (2.9) ^b	68.4 (3.2) ^a	56.4 (1.8) ^a	59.6 (3.1) ^a	73.9 (1.8) ^b
VAR.7.0.0	77.2 (1.7) ^a	73.9 (2.4) ^{ab}	68.3 (2.7) ^b	79.7 (1.6) ^a	64.0 (2.8) ^b	72.9 (1.6) ^c
VAR.8.0.0	81.0 (1.6) ^a	81.4 (2.4) ^a	81.0 (2.6) ^a	85.1 (1.6) ^a	81.1 (2.7) ^{ab}	77.1 (1.6) ^b
VAR.9.0.0	74.9 (2.3) ^a	46.8 (3.3) ^b	71.9 (3.8) ^a	68.9 (3.1) ^a	43.5 (5.7) ^b	71.9 (3.2) ^a
VAR.10.0.0	82.4 (1.0) ^a	77.8 (1.4) ^b	83.9 (1.6) ^a	83.3 (1.1) ^a	75.5 (1.9) ^b	81.5 (1.1) ^a

¹Cluster-nummer svarer til en nummerering fra venstre mod højre i begge figurer.

²Emneresultat, standard error og signifikans er beregnet som least square means. Forskellige bogstaver mellem clustre inden for cluster-metode er signifikant forskellige.

Endeligt kan man kombinere PCA med cluster-analyse (Figur 9) og visuelt se, hvordan de 2 metoder grupperer bedrifterne i clustre i forhold til deres værdier fra de 2 første dimensioner i PCA'en. Umiddelbart viser Figur 9, at en top-down inddeling af bedrifterne i clustre er bedre til at gruppere bedrifterne, men det skal sammenholdes med, at minimum de 4 første dimensioner skulle medtages, hvis en rimelig andel af data skulle repræsenteres. Det er ikke grafisk muligt at illustrere 4 dimensioner, men det ville have vist, at de 2 metoder er lige gode (eller dårlige) til at gruppere bedrifterne.



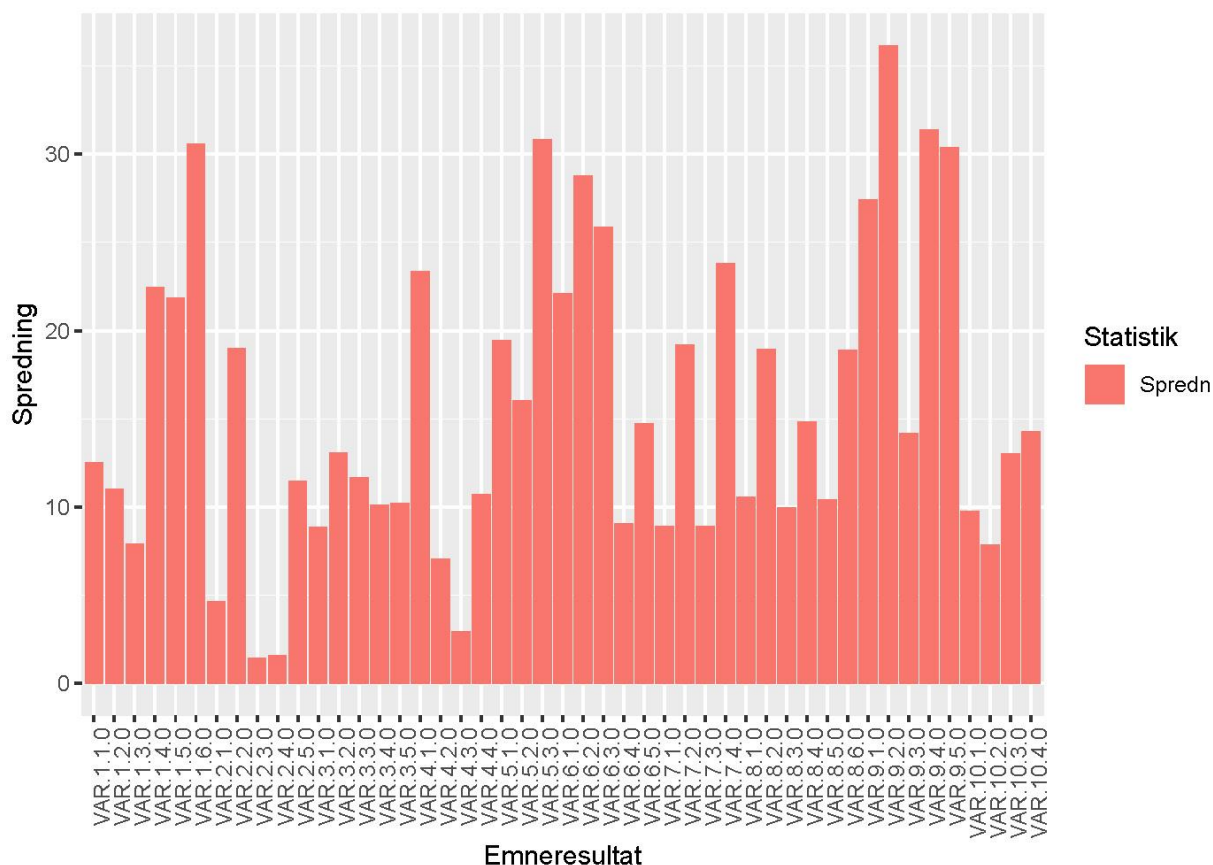
Figur 9. Kombination af PCA med bottom-up (venstre) og top-down (højre) tilgange til cluster-analyse.

Delkonklusion

Analysen af emneresultaterne for 50 økologiske mælkeproduktionsbedrifter viser, at der er nogle få svage til middelstærke korrelationer mellem de forskellige emneresultater, og PCA'en viste, at alle emneresultaterne skulle tages i brug, hvis bedrifterne med rimelig skal karakteriseres. Ellers forklares en alt for lille del af variationen mellem bedrifterne. Samtidig viste PCA'en, at nogle få bedrifter har en meget skæv påvirkning på analysen. Det understøttes af cluster-analysen, som illustrerede vanskeligheden i at gruppere bedrifterne i forhold til, hvor ens de scorer på tværs af de 10 emneresultater. Konklusionen er derfor, at det ikke er muligt at identificere klare sammenhænge og strukturer i datasættet, fordi de 50 bedrifter er for unikke.

Indikatorvariable

Datasættet indeholder i alt 47 numeriske indikatorvariable, som aggregeres til de 10 emneresultater. De kan principielt analyseres på tilsvarende vis som emneresultaterne, om end 50 observationer i realiteten er for få til at analysere 47 variable på en gang. Et plot med parvise sammenligninger i stil med Figur 3 vil være uoverskueligt, hvorfor det er udeladt. Figur 10 viser hver indikatorvariabels spredning som en indikator for variationen. Generelt så bærer variationen i et datasæt på information, og det er den, man er interesseret i at finde. De 3 indikatorvariable med den mindste spredning (VAR.2.3.0, VAR.2.4.0 og VAR.4.3.0) og de 2 indikatorvariable med flest manglende værdier (VAR.4.4.0 og VAR.8.6.0) blev fjernet for at simplificere analysen. Se bilag 2 for navne og beskrivelser af indikatorvariablene.



Figur 10. Indikatorvariablenes spredning (standard afvigelse).

Korrelationsanalyse

En korrelationsanalyse af 42 indikatorvariable er væsentligt mere kompliceret end med emneresultaterne, fordi der er 861 kombinationer af 2 forskellige indikatorvariable. Tabel 5 viser kombinationer af 2 indikatorvariable, hvor der enten var en signifikant Pearson- eller Spearman-korrelation over $|0,4|$. Første tal i variabel-betegnelsen henviser til det emneresultat, som indikatorvariablen er en del af, og her ses det, at flere af de signifikante korrelationer er mellem 2 indikatorvariable, som henviser til samme emneresultat. Det er muligvis ikke så overraskende, hvis de beskriver flere sider af samme sag.

Nogle korrelationer giver desuden mere mening end andre. Eksempelvis er Energi-management (VAR.5.1.0) og Biodiversitets-management (VAR.6.1.0) positivt korreleret med Adgang til information (VAR.10.2.0), mens Sundhed (VAR.8.5.0) er negativt korreleret med Adgang til information. Ligeledes er Vandforsyning (VAR.4.2.0) negativt korreleret med Mål, strategier og implementering (VAR.10.1.0), mens Likviditet (VAR.9.1.0) er positivt korreleret med Mål,

strategier og implementering. Endeligt er det vigtigt at have opbygningen af RISE in mente, fordi de forskellige indikatorvariable er ligesom emneresultaterne relative skalaer fra 0 til 100, hvor 100 per definition er bedst. Man kan diskutere, hvor meget mening det giver, at Drivhusgasbalance (VAR.5.3.0) er negativt korreleret med Gødskning (VAR.3.2.0).

Tabel 5. Pearson- og Spearman-korrelationer samt liner sammenhæng¹ mellem to indikatorvariable.

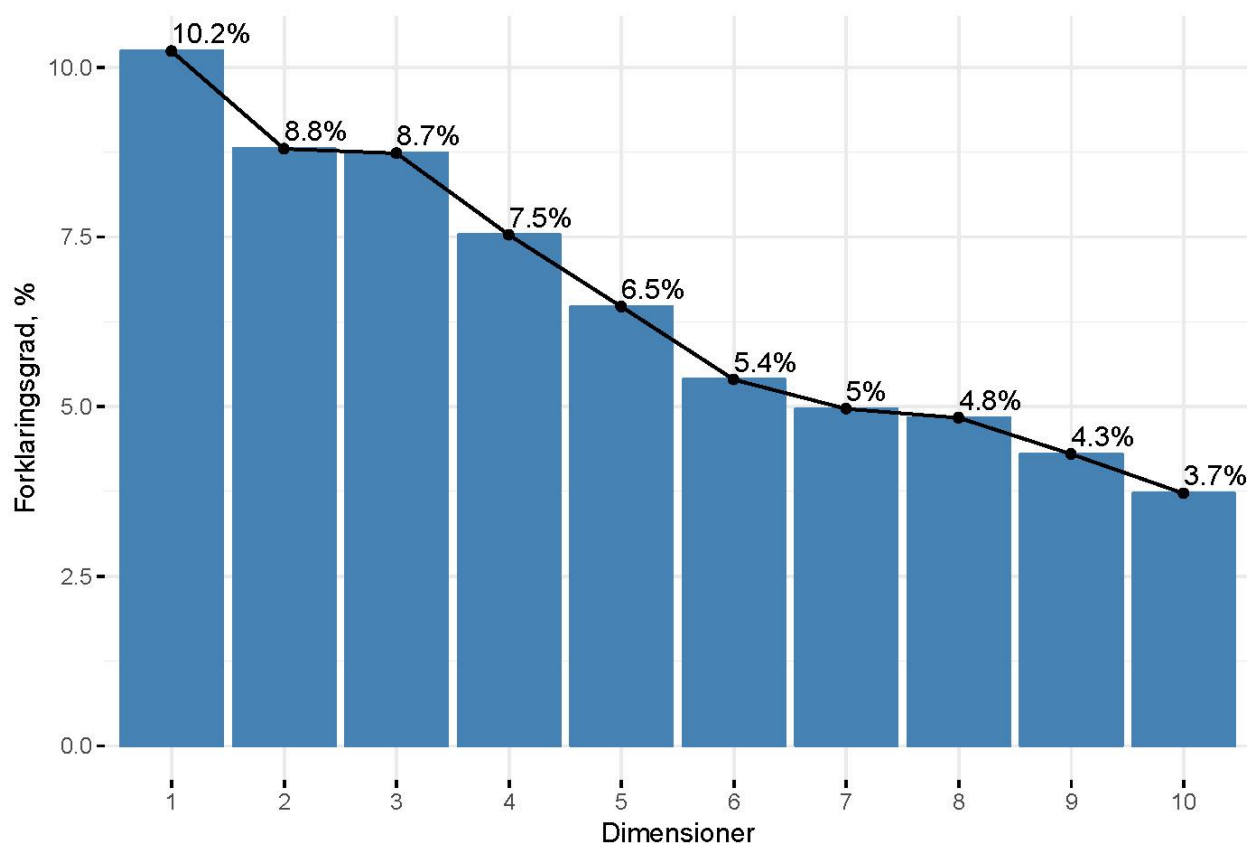
Variabel 1	Variabel 2	Pearson	Spearman	Lineær sammenhæng
VAR.3.2.0	VAR.1.1.0	0.33*	0.42**	0.35 (0.14)*, R ² : 0.11
VAR.5.3.0	VAR.1.1.0	-0.44**	-0.41**	-1.08 (0.32)**, R ² : 0.19
VAR.3.4.0	VAR.1.3.0	0.43**	0.47***	0.55 (0.17)**, R ² : 0.19
VAR.2.5.0	VAR.1.5.0	0.42**	0.35*	0.22 (0.07)**, R ² : 0.18
VAR.7.3.0	VAR.2.2.0	0.44**	0.28*	0.21 (0.06)**, R ² : 0.20
VAR.8.1.0	VAR.2.5.0	-0.32*	-0.40**	-0.29 (0.13)*, R ² : 0.10
VAR.5.3.0	VAR.3.2.0	-0.42**	-0.39**	-0.98 (0.31)**, R ² : 0.17
VAR.3.4.0	VAR.3.3.0	0.41**	0.35*	0.35 (0.11)**, R ² : 0.16
VAR.4.2.0	VAR.3.3.0	0.46***	0.25	0.28 (0.08)***, R ² : 0.21
VAR.6.5.0	VAR.3.4.0	-0.31*	-0.41**	-0.45 (0.20)*, R ² : 0.09
VAR.4.2.0	VAR.3.5.0	0.23	0.41**	0.16 (0.10), R ² : 0.05
VAR.6.4.0	VAR.3.5.0	-0.48***	-0.5***	-0.42 (0.11)***, R ² : 0.23
VAR.7.3.0	VAR.4.2.0	0.38**	0.40**	0.49 (0.17)**, R ² : 0.15
VAR.8.2.0	VAR.4.2.0	0.44**	0.24	1.18 (0.35)**, R ² : 0.19
VAR.7.4.0	VAR.5.1.0	0.48***	0.45***	0.58 (0.16)***, R ² : 0.23
VAR.5.3.0	VAR.5.2.0	0.38**	0.56***	0.74 (0.26)**, R ² : 0.15
VAR.9.3.0	VAR.5.3.0	0.36*	0.42**	0.16 (0.06)*, R ² : 0.13
VAR.9.3.0	VAR.7.1.0	0.44**	0.26	0.70 (0.21)**, R ² : 0.19
VAR.9.5.0	VAR.7.4.0	0.65***	0.66***	0.81 (0.14)***, R ² : 0.42
VAR.8.2.0	VAR.8.1.0	0.40**	0.39**	0.72 (0.24)**, R ² : 0.16
VAR.8.4.0	VAR.8.1.0	0.57***	0.56***	0.80 (0.17)***, R ² : 0.33
VAR.8.4.0	VAR.8.2.0	0.50***	0.52***	0.39 (0.10)***, R ² : 0.25
VAR.9.2.0	VAR.8.2.0	0.41**	0.22	0.78 (0.25)**, R ² : 0.17
VAR.8.5.0	VAR.8.3.0	0.38**	0.4**	0.40 (0.14)**, R ² : 0.15
VAR.8.5.0	VAR.8.4.0	0.41**	0.5***	0.29 (0.09)**, R ² : 0.17
VAR.9.3.0	VAR.9.2.0	0.38**	0.44**	0.14 (0.05)**, R ² : 0.14
VAR.9.4.0	VAR.9.2.0	0.82***	0.77***	0.71 (0.07)***, R ² : 0.68
VAR.9.4.0	VAR.9.3.0	0.46***	0.44**	1.07 (0.30)***, R ² : 0.21
VAR.4.2.0	VAR.10.1.0	-0.37**	-0.40**	-0.27 (0.10)**, R ² : 0.14
VAR.9.1.0	VAR.10.1.0	0.42**	0.51***	1.19 (0.37)**, R ² : 0.18
VAR.5.1.0	VAR.10.2.0	0.68***	0.68***	1.63 (0.26)***, R ² : 0.46
VAR.6.1.0	VAR.10.2.0	0.49***	0.45**	1.38 (0.36)***, R ² : 0.24
VAR.8.5.0	VAR.10.2.0	-0.45**	-0.39**	-0.60 (0.17)**, R ² : 0.20
VAR.8.1.0	VAR.10.4.0	0.42**	0.19	0.31 (0.10)**, R ² : 0.18

¹Variabel 1 er regnet som y og variabel 2 som x i den lineære sammenhæng.
Signifikans: * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$.

PCA

Forklaringsgraden af de første få dimensioner langt mindre for indikatorvariabel end for emneresultater (Sammenlign Figur 11 med Figur 4. Samtidig bidrager de første 6 dimensioner hver med mere end 5 % af variationen, hvorimod de første 15 dimensioner har en eigenværdi over 1. Det er derfor noget vanskeligere at pege på strukturer i data end for emneresultaterne. De første 6 dimensioner forklarer til sammen 47 % af den samlede variation, mens de første 15

dimensioner forklarer 79 %. Den højeste forklaringsandel i den første dimension er 8.1 % (Beskæftigelse og uddannelse), mens i alt 6 indikatorvariable udgør over 5 % af første dimension. Det vanskeliggør en egentlig karakterisering af dimensionerne, fordi der indgår for mange indikatorvariable, og de forklarer for lidt. Der skal derfor en relativt stor kompleksitet til at forklare en rimelig del af variationen i datasættet. Ligeledes forklarer ingen indikatorvariabel mere end 12 % variationen inden for den enkelte dimension, og mange har en indflydelse på under 2-3 %.



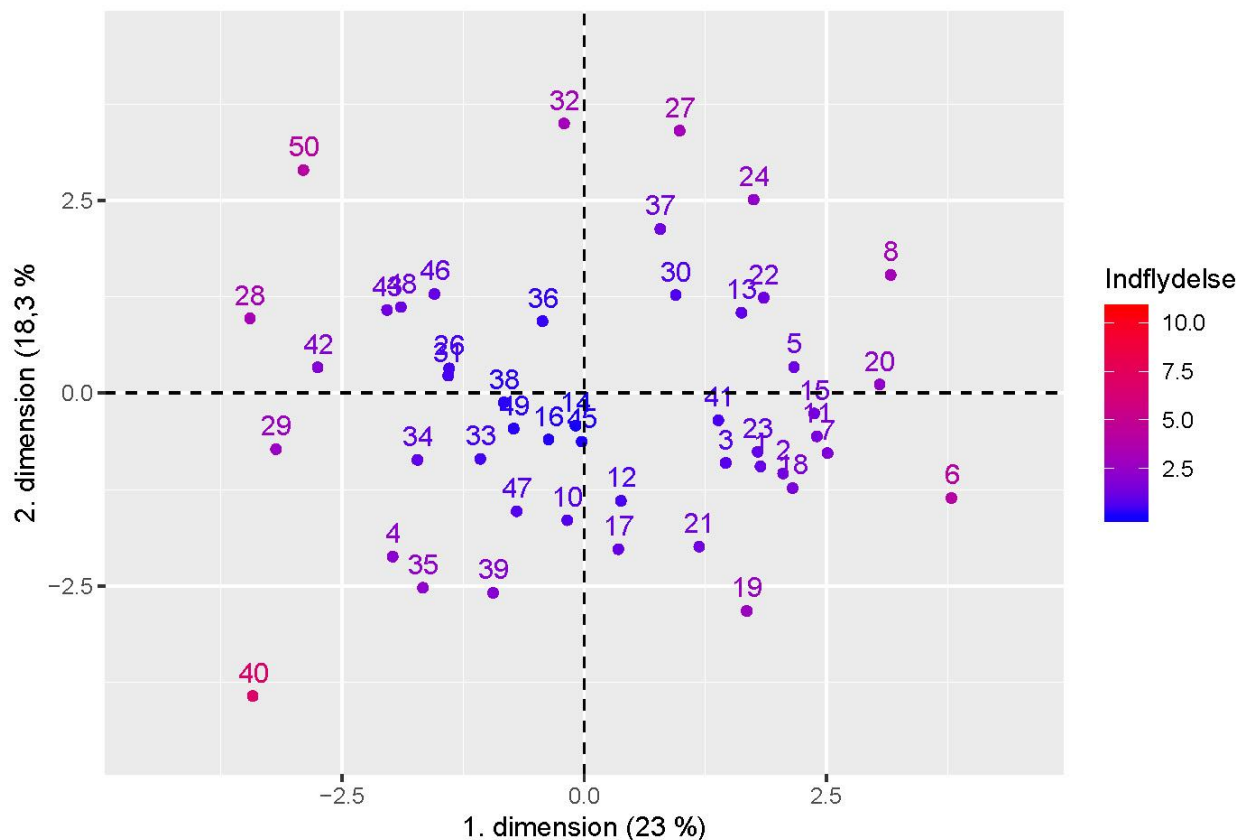
Figur 11. Dimensionernes forklaringsgrad i PCA'en for indikatorvariable.

Samtidig er billedet noget anderledes, når det gælder den enkelte bedrifts indflydelse på PCA'en (sammenlign Figur 12 med Figur 5). Den enkelte bedrifts placering på figuren er ændret noget, og det er ikke længere de samme bedrifter, der har den største indflydelse på analysen, om end det kun er ud fra de 2 første dimensioner af PCA'en, men billedet ændres ikke betydeligt, hvis der inkluderes andre dimensioner.

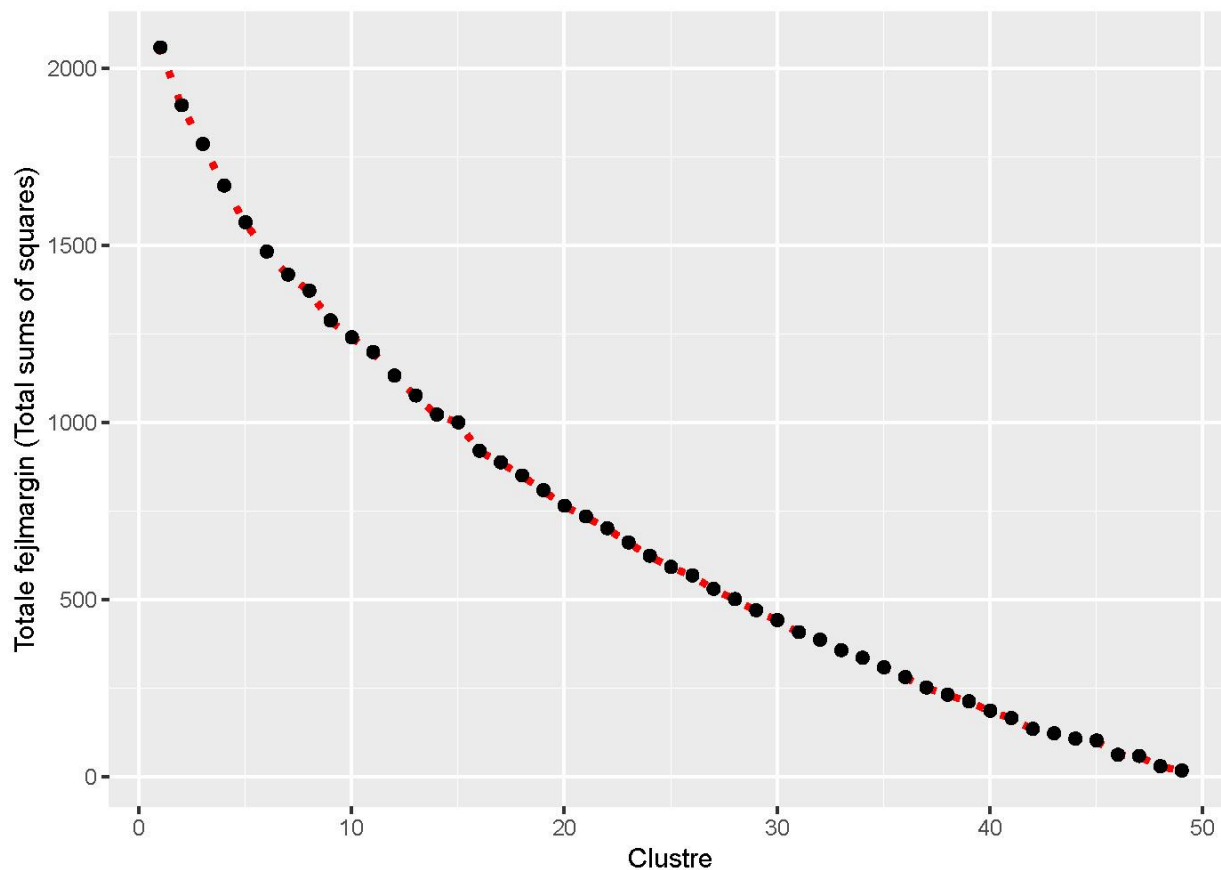
Cluster analysis

En cluster analyse af bedrifterne ud fra indikatorvariablene viser nogenlunde samme billede som den tilsvarende analyse for emneresultaterne (Sammenlign Figur 13 med Figur 6). Figur 13 viser et meget jævnt fald i fejlmarginen med stigende antal cluster, og det betyder, at gevinsten ved at tilføje 1 ekstra cluster ikke ændres markant fra cluster til cluster. Det underbygger vurderingen af emneresultaterne, hvor bedrifterne heller ikke kunne inddeles i nogle tydelige cluster.

Derudover viser begge hierarkiske cluster-metoder, at der i praksis ikke er to bedrifter, som er tilstrækkeligt ens til at blive placeret i samme gruppe. Begge metoder deler 48 af bedrifterne i 2 store grupper, hvor forskellen ikke er specielt stor, mens de resterende 2 bedrifter placeres i hver deres gruppe. Den ene bedrift (44) er en genganger fra den tilsvarende analyse af emneresultaterne, hvorfor der må være noget specielt med den bedrift.



Figur 12. Vægtede indflydelse af de 50 bedrifter på 1. og 2. dimension ud fra indikatorvariable.



Figur 13. Den samlede fejlmargen (total sums of squares) i forhold til antallet af clustre (klynger), som bedrifterne bliver inddelt i ud fra indikatorvariablene.

Delkonklusion

Analysen af indikatorvariablene viser, at der er en del af dem, som er signifikant korreleret, men det er ikke alle korrelationer, som er lige intuitive. Det kan have noget at gøre med, at både PCA'en og cluster-analysen viste, at det var vanskeligt om muligt at gruppere henholdsvis de 42 indikatorvariable og de 50 bedrifter. Det tyder på, at de 50 bedrifter er relativt unikke.

Sammendrag og samlede konklusioner

En bæredygtighedsvurdering af en landbrugsbedrift med RISE-metoden tager udgangspunkt i 597 inputvariable, som hver især bidrager til at beskrive bedriften fra mange forskellige vinkler. De mange inputvariable aggregeres og bruges til at beregne 47 indikatorvariable (Bilag 2), og de aggregeres igen til at beregne 10 emneresultater (Bilag 1). Både emneresultater og indikatorvariable beregnes på relative skalaer fra 0 til 100, hvor 100 anses for bedst. Formålet med nærværende notat var at undersøge, om der er nogle fælles træk mellem bedrifterne, og om der er nogle strukturer i datasættet, som kan understøtte en dybere forståelse af, hvorfor nogle bedrifter klarer sig bedre end andre.

Korrelationsanalysen viste, at der for både emneresultater og indikatorvariable findes en række signifikante korrelationer, men at mange af dem er svage til middelstærke og ikke altid lige intuitive. Eksempelvis var der en negativ korrelation mellem emneresultaterne Næringsstoffer & miljøbeskyttelse og Biodiversitet. PCA'en viste, at det var nødvendigt at inddrage alle emneresultater for at kunne beskrive de betydende dimensioner, og at der var nogle få bedrifter, som skævvred analysen. For indikatorvariablene viste PCA'en, at langt hovedparten af variablene havde en lille påvirkning på mange dimensioner, og at der skulle inddrages for mange variable til at kunne beskrive den enkelte dimension. Det betyder, at der skal medtages en for stor grad af kompleksitet i datasættet til at beskrive variationen, for der er ikke nogen tydelige strukturer.

Endeligt viste cluster-analysen, at hovedparten af bedrifterne kunne aggregeres i 2-3 store hovedgrupper, men forskellen mellem dem var relativt lille, og derfor er grupperingen ikke særlig sikker. Det understreges af, at der for både emneresultater og indikatorvariable ikke var nogen klar indikation af, hvad der var det optimale antal clustre. Desuden viste analysen, at når man øger informationsniveauet om den enkelte bedrift, det vil sige går fra emneresultater til indikatorvariable, så reduceres sammenligneligheden mellem bedrifterne. Det betyder, at bedrifterne er mere unikke, jo mere man ved om dem.

Samlet konklusion

De 50 malkekvægsbedrifter er for forskellige til, at man kan tale om tydelige ligheder og grupperede sammenhænge på tværs af deres RISE-vurderinger, og jo mere man ved om den enkelte bedrift, jo mere forskellig er den fra de andre bedrifter. Det betyder, at man ikke kan overføre resultaterne fra én bedrift til en anden.

Anbefaling

En RISE-analyse kan og bør fortsat anvendes til at give et omfattende og unikt overblik over en række bæredygtighedsparametre for den enkelte bedrift, men RISE kan på baggrund af det givne datagrundlag ikke anvendes til at forklare, hvorfor nogle bedrifter scorer bedre på nogen parametre end andre.

Bilag 1: Beskrivelser af variable: Emne-resultater

Navn	Analyse-navn	Niveauer	Andel NA	Spredning
Jord	VAR.1.0.0	24	0.00	8.5
Husdyr	VAR.2.0.0	16	0.00	4.1
Næringsstoffer og miljøbeskyttelse	VAR.3.0.0	17	0.00	5.1
Vand	VAR.4.0.0	27	0.00	8.8
Energi og Klima	VAR.5.0.0	29	0.00	15.0
Biodiversitet	VAR.6.0.0	31	0.00	11.4
Arbejdsvilkår	VAR.7.0.0	28	0.00	10.4
Livskvalitet	VAR.8.0.0	25	0.00	8.7
Økonomi	VAR.9.0.0	33	0.04	17.4
Bedriftsledelse	VAR.10.0.0	22	0.02	6.1

Bilag 2: Beskrivelse af variable: Indikator-variable

Navn	Analyse-navn	Niveauer	Andel NA	Spredning
Jord management	VAR.1.1.0	6	0.00	12.5
Planteproduktivitet	VAR.1.2.0	32	0.00	11.0
Organisk stof i jorden	VAR.1.3.0	25	0.00	7.9
Reaktionstal	VAR.1.4.0	19	0.00	22.5
Jorderosion	VAR.1.5.0	9	0.00	21.9
Jordkomprimering	VAR.1.6.0	12	0.00	30.6
Husdyr management	VAR.2.1.0	2	0.00	4.7
Husdyrproduktivitet	VAR.2.2.0	32	0.00	19.0
Mulighed for naturlig adfærd	VAR.2.3.0	6	0.00	1.4
Dyrevelfærd	VAR.2.4.0	4	0.00	1.6
Husdyrsundhed	VAR.2.5.0	28	0.00	11.5
Materialeflow	VAR.3.1.0	25	0.00	8.9
Gødskning	VAR.3.2.0	29	0.00	13.1
Plantebeskyttelse	VAR.3.3.0	3	0.00	11.7
Luftforurening	VAR.3.4.0	31	0.00	10.1
Jord- og vandforurening	VAR.3.5.0	26	0.00	10.2
Vand management	VAR.4.1.0	33	0.00	23.4
Vandforsyning	VAR.4.2.0	3	0.00	7.0
Intensitet af vandforbrug	VAR.4.3.0	11	0.00	3.0
Kunstvanding	VAR.4.4.0	14	0.46	10.7
Energi management	VAR.5.1.0	27	0.00	19.5
Energiintensiteten i landbrugsproduktionen	VAR.5.2.0	29	0.00	16.0
Drivhusgasbalance	VAR.5.3.0	24	0.00	30.9
Biodiversitets management	VAR.6.1.0	33	0.00	22.1
Naturområder med høj naturværdi	VAR.6.2.0	21	0.00	28.8
Landskabskvalitet	VAR.6.3.0	31	0.00	25.9
Produktionsintensitet	VAR.6.4.0	27	0.00	9.1
Mangfoldighed af landbrugsproduktionen	VAR.6.5.0	31	0.00	14.7
Personaleledelse	VAR.7.1.0	19	0.00	8.9
Arbejdstid	VAR.7.2.0	32	0.00	19.2
Sikkerhed på arbejdspladsen	VAR.7.3.0	12	0.00	8.9
Løn og indkomstniveau	VAR.7.4.0	38	0.00	23.8
Beskæftigelse og uddannelse	VAR.8.1.0	15	0.00	10.6
Økonomisk situation	VAR.8.2.0	15	0.00	19.0
Sociale relationer	VAR.8.3.0	9	0.00	10.0
Personlig frihed og værdier	VAR.8.4.0	16	0.00	14.9
Sundhed	VAR.8.5.0	13	0.00	10.4
Yderligere livsaspekter	VAR.8.6.0	3	0.86	18.9
Likviditet	VAR.9.1.0	32	0.00	27.4
Indtjening	VAR.9.2.0	30	0.04	36.2
Økonomisk sårbarhed	VAR.9.3.0	10	0.00	14.2
Gældsætning	VAR.9.4.0	31	0.02	31.4
Evne til at forsørge husstanden	VAR.9.5.0	27	0.06	30.4
Mål, strategier og implementering	VAR.10.1.0	17	0.00	9.8
Adgang til information	VAR.10.2.0	26	0.02	7.9
Risikostyring	VAR.10.3.0	21	0.00	13.1
Robuste relationer	VAR.10.4.0	8	0.00	14.3