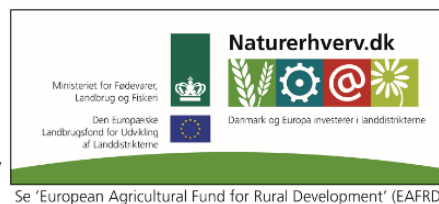


Til: Kaspar Krogh m.fl.	Ansvarlig	JNI
Fra: Jørgen Nielsen, KvægIT	Oprettet	10-12-2013
	Side	1 af 13

## **Metodemæssig beskrivelse af forslag til overvågning af døde køer i enkelt besætninger**



### **Baggrund**

I sag.nr. 2010, Reduceret dødelighed – UDVIDKLING ønsker vi at etablere en overvågning og et alarmsystem på månedligt beregnet kodødelighed på bedriftsniveau.

Dette system tænkes indlagt i Kvægdatabasen (eller DataWareHouse) med f.eks. udskrift i Dy-reregistrering eller på lister til rådgivere (konsulenter / dyrlæger).

I dette notat har jeg kigget på månedlige data siden 2006 på alle besætninger, som ligger på ejendomme, som for tiden er mælkeleverende, og som har været det i nogle år.

### **Datagrundlag**

For alle kvægbesætninger på ejendomme, som for tiden er mælkeleverende, har jeg hentet oplysninger om antal køer den 1. i måneden, samt antallet af døde køer. I den færdige løsning bør vi nok ikke bruge antal køer den 1. i måneden, men nærmere 'årskøer' den angivne måned, dvs. det gennemsnitlige antal køer i måneden.

Jeg har her valgt kun at kigge på besætninger, men jeg mener ikke, at der vil være noget i vejen for at kunne etablere fuldstændig samme model på alle typer af driftsenheder.

Egen ref: U:\KvaegSASpc\DataGruppe\JNI\Vet\MultiFak\DødOvervg  
HentData3.sas + Rstuff

### **Grafer til læring**

Jeg har for hver besætning tegnet tre grafer, som viser udviklingen i den månedlige dødelighed for den pågældende besætning siden januar 2006. Et eksempel ses på næste side.

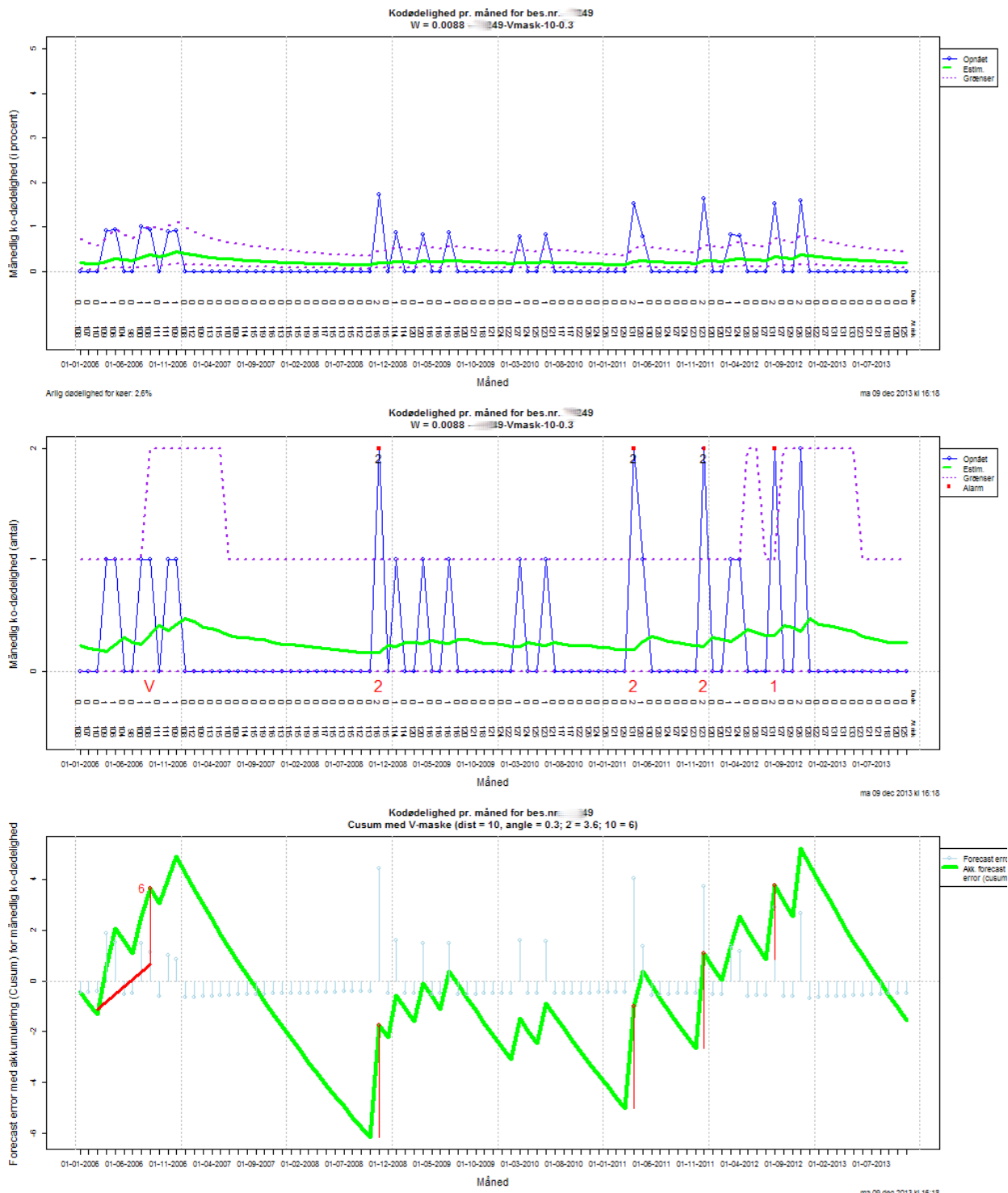
For hver besætning tegnes tre grafer:

1. Månedlig kodødelighed i procent
2. Månedlig kodødelighed – antal
3. Akkumuleret forecast error (cusum), som benyttes, når vi taler om såkaldte V-maske-alarmer

Denne besætning er 'ret almindelig', idet den har 100-130 køer og typisk 0 døde, og af og til 1 eller 2 døde køer på en måned. Over hele perioden svarer det til en dødelighed på 2,6% pr. år.

Der kan ses flere grafer på Kvægs S-drev:

[\\DS\\_Kvaeg\Kvaeg\2-14-KvaegIT\1-Medarbejdermapper\JNI\KodødAlarm](\\DS_Kvaeg\Kvaeg\2-14-KvaegIT\1-Medarbejdermapper\JNI\KodødAlarm)



Figur 1 Tre forskellige grafer, som viser en besætnings dødelighed måned for måned

Alle grafer viser data for hver måned siden januar 2006. For hvert år er der en grå stiplede linie, som adskiller december fra januar.

## **Graf 1: Månedlig kodødelighed i procent**

I den øverste graf vise andelen af døde køer i procent. Nederst i grafen vises for hver måned to tal, nemlig antal døde og antal køer ved månedens start<sup>1</sup>. Procentdelen vises måned for måned med den blå graf, som for hver måned også har en lille cirkel.

Den grønne glidende kurve markeret med fed linie viser den gennemsnitlige dødelighedsprocent måned for måned, beregnet vha. en Dynamisk Generaliseret Lineær Model (DGLM), som angivet af Anders Ringgaard Kristensen (ARK), KU-SUND til brug for ugentlige inseminerings- og drægtighedsprocenter. Jeg har selv foretaget en estimation af den såkaldte systemvarians,  $W$ , vha. metode anvist af ARK. Men denne estimation skal nok kontrolleres.

De lilla stiplede linier viser konfidensgrænser for det beregnede gennemsnit – på et 5% signifikans niveau<sup>2</sup>.

Jeg har givet mulighed for at der aktiveres en alarm, såfremt månedens gennemsnit og den nedre konfidensgrænser overstiger en bestemt værdi. Se mere i nedenstående afsnit om alarmer.

Jeg har sat grafens skala til at gå fra 0% til 5% døde køer (pr. måned). Dette tal skal ganges med ca. 12, hvis vi skal have en idé om den årlige dødelighed, som på landsplan er ca. 5% (svarende til ca. 0,4% døde køer pr. måned).

## **Graf 2: Månedlig kodødelighed – antal**

Den midterste graf er opbygget på næsten sammen måde, som den øverste. Men i den midterste er det nu *antal*, som vises.

Nederst i grafen vises igen to tal for hver måned: nemlig antal døde og antal køer ved månedens begyndelse.

Den blå linie med de små cirkler viser nu antal døde køer for hver måned. Den grønne kurve markeret med fed linie viser *det forventede antal døde køer* hver måned. Dvs. den f.eks. først stiger måneden *efter* der har været et stort antal døde. Det forventede antal døde køer beregnet ud fra en Dynamisk Generaliseret Lineær Model (DGLM), som angivet af Anders Ringgaard Kristensen (ARK), KU-SUND til brug for ugentlige inseminerings- og drægtighedsprocenter.

De lilla stiplede linier viser konfidensgrænserne for det forventede antal døde – på et 10% signifikans niveau, som også bruges ved inseminerings- og drægtighedsprocenter, dvs. hhv. 5% og 95% fraktiler). Det valgte signifikans niveau kan evt. ændres. Konfidensgrænserne er beregnet dels ud fra forventninger om procent døde køer fra tidligere målinger og dels ud fra antal køer i besætningen i indeværende måned. Det vil for eksempel sige, at det forventede antal døde køer kan stige, både hvis vi har en stigende procentdel af døde køer tidligere, og hvis vi har et større antal køer i besætningen i indeværende måned.

Såfremt antallet af døde køer overstiger den øvre konfidensgrænse for det forventede antal døde køer, så aktiveres en alarm. På grafen er disse måneder angivet med røde firkanter på

---

<sup>1</sup> Egentlig bør antallet af køer nok beregnes, som det gennemsnitlige antal hen over måneden – svarende til antal årskøer. Men jeg har meget lettere ved at hente antal køer ved månedens start, og i mange tilfælde vil det ikke betyde noget for en test af metoderne.

<sup>2</sup> Der er her tale om konfidensgrænser på gennemsnitlige procenter, og det beregnes, som  $\pm 2$  gange et spredningsestimat omsat fra logistisk skala.

den blå kurve, samt et tal mellem 1 og 3 nedenfor kurverne. Også andre alarmer er markeret med rødt på denne graf: både V-maske-alarm og alarm på for høj dødelighed. Se mere i nedenstående afsnit om alarmer.

### **Graf 3: Akkumuleret forecast error (cusum)**

Denne graf har jeg dannet, fordi den er grundlaget for de såkaldte V-maske-alarmer, som aktiveres, såfremt andelen af døde køer stiger i flere måneder uden, at antallet af døde køer en enkelt måned har været signifikant forhøjet.

De lyseblå små linie omkring den vandrette akse viser den såkaldte standardiserede forecast error, dvs. den standardiserede forskel mellem det observerede antal døde køer og den forventede antal døde køer. (Disse to størrelser ses i den midterste graf, som hhv. blå og grøn linie). Forskellen er *standardiseret*, dvs. der er divideret med spredningen på det forventede antal. Dette gøres for at tage hensyn til, hvor stor usikkerhed der er på vores forventning.

Som det ses er den standardiserede forecast error nogen gange negativ og nogen gange positiv. En positiv forecast error betyder at vi har observeret flere døde køer, end vi havde forventet.

Vi kan lægge alle disse standardiserede forecast error sammen måned for måned, og får således den akkumulerede forecast error. Denne størrelse kan også cusum. Cusum vises med den grønne kurve markeret med fed linie. Vi kan se at en stor forecast error en enkelt måned (en høj lyseblå linie) viser sig som en stor stigning i cusum (den fede grønne kurve). Dvs. at en alarm fra graf 2 pga. et stort antal døde i forhold til de forventede giver en høj lyse blå linie i graf 3 med deraf følgende stor stigning i den grønne kurve i graf 3.

I graf 3 ses altså af og til meget høje spring i cusum-kurven (den fede grønne kurve). Nogle af disse ses som alarmer i graf 2. Men andre gange ses en mere gradvis stigning i cusum. Her er der tale om at vi over flere måneder ser flere døde køer end forventet, men dog uden at antallet en enkelt måned har været nok til at udløse en alarm. Et eksempel på dette ses i grafen oven for det første år, hvor der er markeret en rød vinkel med angivelse af et 6-tal. Dette er en såkaldt V-maske alarm, som strækker sig over 6 måneder, hvor vi gang på gang ser, at antallet af døde køer overstiger det forventede uden at det dog giver en alarm i én bestemt måned.

V-maske alarmer er beskrevet i yderligere detalje i nedenstående afsnit.

Ud over de lyse blå linier og den grønne kurve, vises også alarmer med rødt. Alarmer som skyldes et signifikant højere antal døde end forventet en enkelt måned er vist som lodrette røde linier (og er også markeret i graf 2). En V-maske alarm er vist som en rød vinkel med angivelse af antal måneder. En V-maske alarm vises også i graf 2 – med angivelse af et 'V'.

Brugen af cusum og V-maske alarmer er også angivet af Anders Ringgaard Kristensen (ARK), KU-SUND, samt i ph.d.-afhandlingen "Dynamic production monitoring in sow herds" af Claudia Bono.

## **Alarmer**

I dette afsnit gennemgår jeg de tre typer af alarmer, som jeg foreslår. Det er ikke sikkert at vi skal have alle tre alarmer kørende. Og nogle af alarmerne, burde måske mere tolkes som 'markeringer' – altså mere som *orienterende* end som *alarmerende*. Efter gennemgangen af de tre alarmer hver for sig, giver jeg mit bud på, hvordan de kan prioriteres i forhold til hinanden.

## **Alarm ift. forventning / overskridelse af konfidensgrænse**

Denne alarm findes visuelt på graf 2, hvor måneder med en dødelig, som signifikant overskrider det forventede, angives med en alarm. Såfremt antal døde køer

- ... overskrider den øvre 90%-konfidensgrænse, angives alarmen med grad 1,
- ... overskrider den øvre 95%-konfidensgrænse, angives alarmen med grad 2,
- ... overskrider den øvre 99%-konfidensgrænse, angives alarmen med grad 3

Dvs. grad 3 er værre (mere ekstrem) end grad 2, som er værre end grad 1.

Sagt på en anden måde: ved grad 1 overstiger antal døde køer 95%-fraktilen i fordeling af det forventede antal køer. Ved grad 2 overstiger antallet 97,5%-fraktilen, og ved grad 3 overstiger det 99,5%-fraktilen.

Alarms grad – som er 1, 2 eller 3 – er angivet under x-aksen i graf 2 med røde tal.

### **Sagt med almindelig ord**

Sagt med mere almindelig ord kan en alarm af grad 1 ift. forventning oversættes til:

”I forhold til hvad vi plejer at se i din besætning, så er antallet af døde køer helt klart højere end det plejer at være.”

Dermed ikke sagt noget om, at det er for højt nu. Blot at der er markant højere end det vi plejer at se.

Er der tale om en alarm af grad 2 ift. forventning, kan det måske oversættes til:

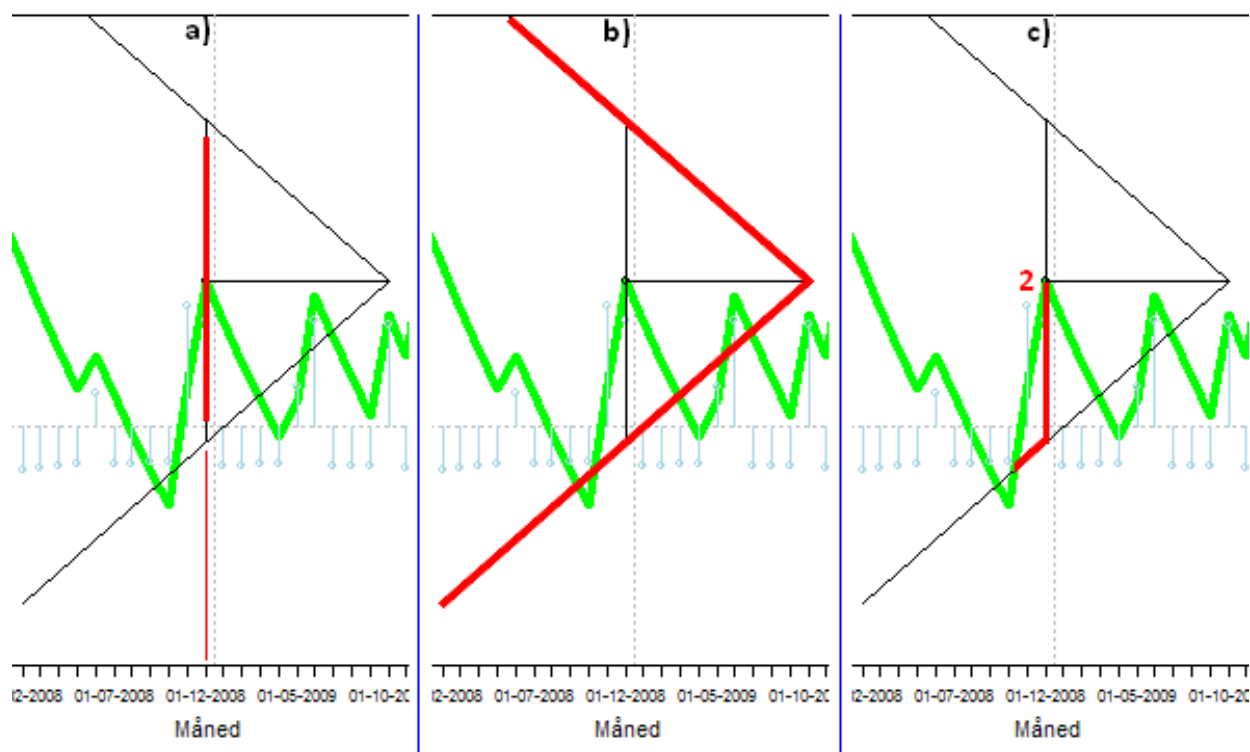
”I forhold til hvad vi plejer at se i din besætning, så er antallet af døde køer markant højere end det plejer at være.”

Er der tale om en alarm af grad 3 ift. forventning, kan det måske oversættes til:

”I forhold til hvad vi plejer at se i din besætning, så er antallet af døde køer voldsomt meget højere end det plejer at være.”

### **V-maske-alarm (på cusum)**

I nedenstående tre graf ses de samme forecast error (som lyseblå linier) og samme cusum-kurve (den fede grønne kurve). Det er et udsnit fra en graf 3, som beskrevet ovenfor.



Figur 2 Visning af samme V-maske med forskelligt visuelt udtryk

I hver af de tre grafer er samme V-maske indtegnet – blot med forskelligt visuelt udtryk. I graf a) markeres tydeligt at alarmen forekommer i december 2008. I graf b) ses, hvorfor V-masken bærer sit navn – hvor V'et peger mod højre i stedet for nedad. I graf c) vises den måde, som jeg har valgt at præsentere V-masken, når den forårsager en alarm, som vist i den sidste af tre grafer for en besætning. V-maske-alarmen markeres med en lodret linie efterfulgt af en skrå linie nedad og bagud i tid, sammen med et tal, som angiver antallet af måneder, som alarmen bygger på, her 2 måneder.

I grafen, som vises på en af de første sider i dette notat, ses en V-maske-alarm, som bygger på data fra 6 måneder.

Som forklaret i afsnit ovenfor angiver en stigende cusum-kurve (fed grøn kurve i sidste af 3 grafer for en besætning) at antallet af døde køer har været over det forventede. V-masken fanger tilfælde, hvor antallet af døde over flere måneder har været højere end forventet, uden at en enkelt måned nødvendigvis har givet anledning til en alarm pga. overskridelse af konfidensgrænsen.

I Figur 3 på næste side ses, at over 7 måneder har der i 4 måneder været flere døde køer end forventet. Og i to af månederne har det været lige på kanten af, hvad vi har forventet. Hvor der før 2008 typisk har været 0, 1 eller 2 døde køer, ses i 2008 ofte 3 eller 4 døde køer, hvilket er over det forventede. Og det er dette forhold, som gør, at vi her får en V-maske-alarm.

#### **Teknikaliteter omkring V-maske-alarmer**

Når man designer en V-maske alarm er det især to størrelser, som man skal fastlægge, nemlig hvor langt skal den lodrette linie gå ned og hvor skrå skal den nederste grænse være. Hvis den lodrette linier er lille, vil de oftere give en V-maske-alarm. Og hvis den skrå linie er meget skrå, vil vi hurtigt acceptere meget store afvigelser efter nogle måneder.

Normalt, når den kommer en alarm pga. overskridelse af konfidensgrænsen, vil der normalt være en stigning i cusum på ca. 2 (nogen gange højere, hvis meget få døde?). Så derfor kan man argumentere at V-maske-alarmerne skal gå længere ned end 2.

Dog har jeg gjort sådan at en V-maske ikke giver alarm på grundlag af data blot én måned bagud. For det gav i tilfælde med få døde nogen gange anledning til en V-maske-alarm fra den ene måned fra den anden (fordi stigningen i cusum var f.eks. 4), selv om der ikke var en alarm pga. overskridelse af konfidensgrænsen.

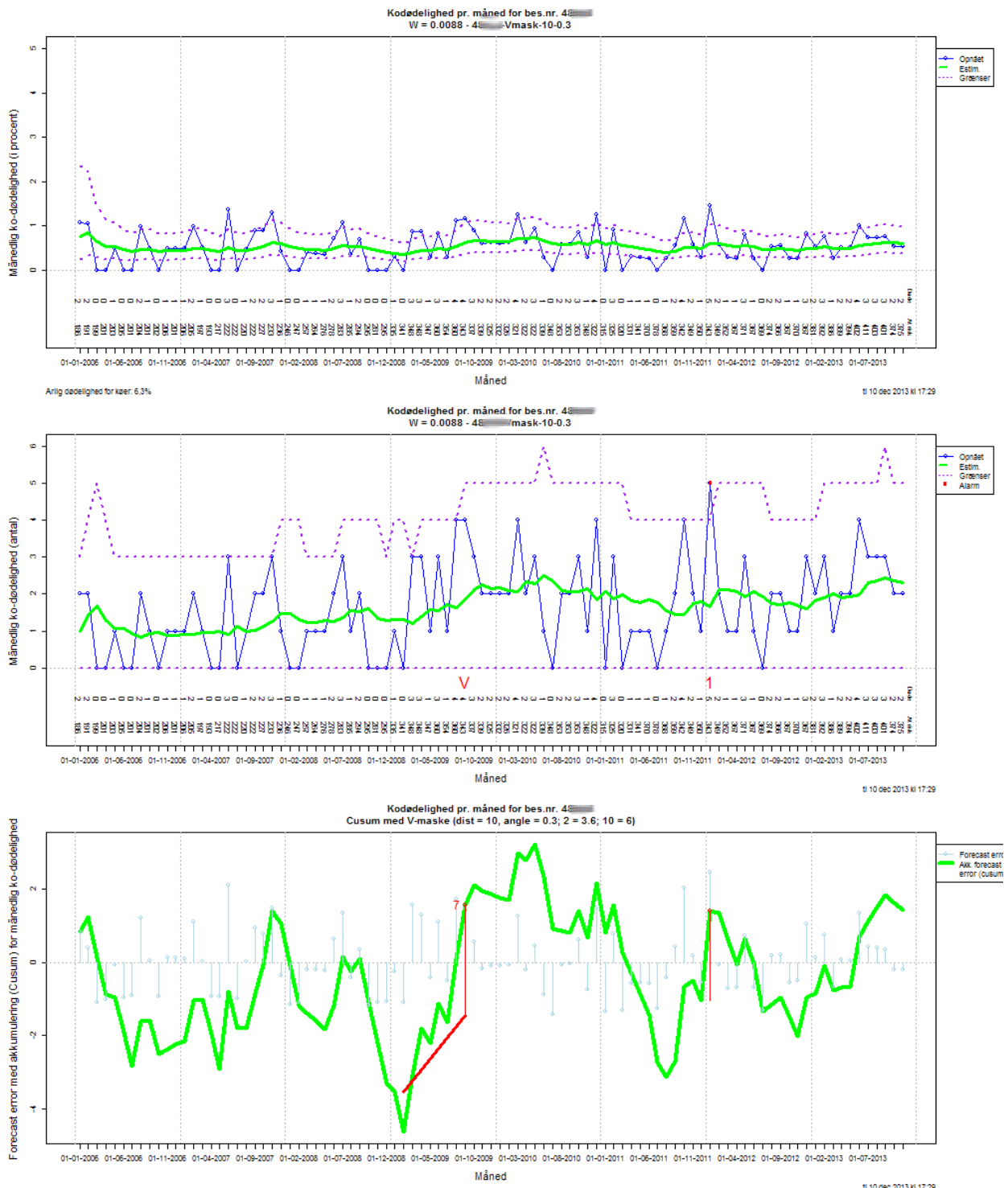
Desuden har jeg også sørget for, at en V-maske-alarm kun forekommer, hvis den er på baggrund af en stigning i cusum-kurven i mindst to måneder. For jeg observerede tilfælde, hvor stigning i cusum-kurven var f.eks. 4 blot én måned og den næste måned var stigningen f.eks. 0. Også et sådan tilfælde – igen med kun én måned – burde være fanget af alarmerne vedr. overskridelse af konfidensgrænsen, hvis de var reelle.

En cusum giver således kun alarm på basis af stigninger i cusum-kurven i mindst 2 måneder.

I lighed med forslag angivet af Anders Ringgaard Kristensen, som giver mulighed for et 'reset' af alarmer, så har jeg valgt, at V-maske-alarmer ikke kan gå hen over en periode, hvor der er givet andre alarmer (af type V-maske og ift. forventning).

Jeg har her valgt at V-masken har en lodret linie på 3 og en hældning på 0,3. Dvs. når vi kigger 2 måneder bagud, så gives en alarm, hvis cusum-kurven er steget mere end 3,6. Og hvis vi kigger 10 måneder bagud, så gives en alarm, hvis cusum-kurven er steget mere end 6 ( $= 3 + 0,3 \times 10$ ).

Dette valg af størrelse/form på V-masken kan i høj grad diskuteres. Og skal diskuteres. Men skal vel vælges ud fra en række konkrete eksempler med forskellige V-masker.



Figur 3 Tre grafer som viser en besætnings dødelighed og to alarmer. Den ene alarm er en V-maske-alarm på baggrund af 7 måneders stigning

### Sagt med almindelig ord

Sagt med mere almindelig ord kan en V-maske over f.eks. 7 måneder oversættes til:

”I forhold til hvad vi plejer at se i din besætning, så har antallet af døde køer over de seneste 7 måneder generelt ligget højere end forventet. Måske ikke meget, men dog højere.”

I visse tilfælde kan det også tilføjes, at

”det har ligget på kanten af, hvad der ville have givet en alarm”.



En V-maske alarm er angivet på under x-aksen i graf 2 for en besætning med et rødt 'V'.

### **Alarm ved meget højt niveau for dødelighed**

Der findes tilfælde, hvor en besætning generelt har ligget ganske højt, eller over tid har sneget sig op på en ganske høj dødelighed uden, at det har givet en alarm. Jeg har derfor prøvet at indlægge en alarm, som – hvis der ikke gives andre alarmer – giver en alarm blot fordi niveauet for dødeligheden er meget højt.

Der kan være forskellige problemer ved det. Hvis der f.eks. blot er 5 køer i en besætning, så vil vi hurtigt komme op på en tilsyneladende høj dødelighed blot der dør én ko. Derfor har jeg forsøgt mig med at ikke kun den gennemsnitlig dødelighedsprocent ligger for høj, men også at den nedre konfidensgrænse for dødelighedsprocenten ligger for højt. Desuden har jeg også valgt at tage hensyn til, om dødeligheden den pågældende måned isoleret set er for høj. Dvs. at et tilfælde, hvor f.eks. den nedre konfidensgrænse ligger for højt pga. tidligere måneders høje dødelighed, men at der denne måned ikke er nogen døde køer – så vil der ikke komme en alarm.

Kort sagt kommer der en alarm for meget høj dødelighed, hvis både

- den nedre konfidensgrænse for gennemsnitlig dødelighedsprocent, og
- dødelighedsprocenten beregnet isoleret set i indeværende måned

overskrider en fastlagt grænse. Jeg har valgt at sige, at en dødelighedsprocent på over 15% er meget højt. Og pr. måned svarer til det 1,25%. Derfor har jeg fastsat grænsen pr. måned til at være 1.25%.

Denne grænse kan naturligvis diskuteres – og justeres – hvis denne type alarm skal med. Det er muligt, at den ikke skal betragtes som en alarm, som de andre, men det kunne måske være godt, at har en liste over besætninger, som opfylder dette kriterier. En sådan liste kunne måske være brugbar for diverse rådgivere.

### **Sagt med almindelig ord**

En alarm ved meget højt niveau for dødelighed kan med mere almindelige ord oversættes til:

”Dødeligheden i din besætning er meget høj. Hvis det forsætter sådan over et år, så vil dødeligheden helt sikkert komme op over 15%.”

En alarm ved meget højt niveau for dødelighed angives under x-aksen i graf 2 for en besætning med en rød vandret streg.

### **Sammensætning af alarmer**

Jeg har i disse opgørelser valgt at prioritere ovenstående alarmer i forhold til hinanden:

1. Alarm i forhold til forventning, af grad 3
2. Alarm i forhold til forventning, af grad 2
3. Alarm i forhold til forventning, af grad 1
4. V-maske alarm (kan ikke gå længere tilbage i tid end alarm ift. forventning og V-maske alarm)
5. Alarm ved meget højt niveau

Hvis der således er basis for både en alarm ift. forventning og V-maske alarm, så gives alarm ift. forventning. Og alarm ved meget højt niveau gives kun, såfremt der ikke er nogen af de ovenstående alarmer.

Denne prioritering af alarmer kan naturligvis ændres. Og skal vel afhænge af, hvilken kommunikation og hvilke tiltag man vil foretage på baggrund af alarmerne.

Jeg forestiller mig, at vi som kommunikationsredskab kan bruge en version af graf 2, som jeg ovenfor har vist et par eksempler af. Til sidst i dette notat har jeg også grafer for nogle andre udvalgte besætninger.

### **Optælling af alarmer**

Ud fra disse prioritering har jeg optalt alarmer for de 3.426 besætninger.

Antal alarmer pr. måned – siden januar 2006.

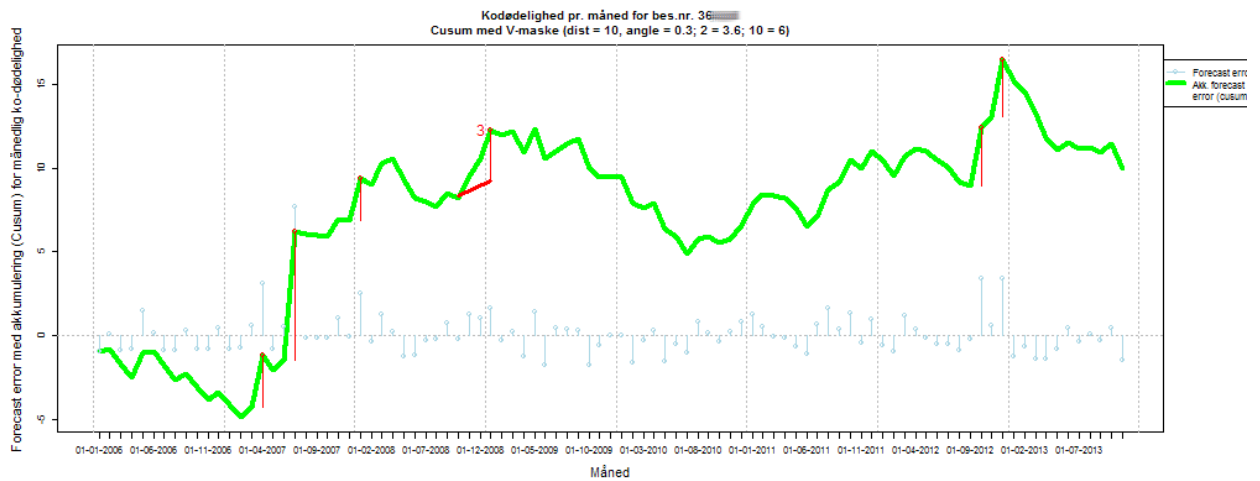
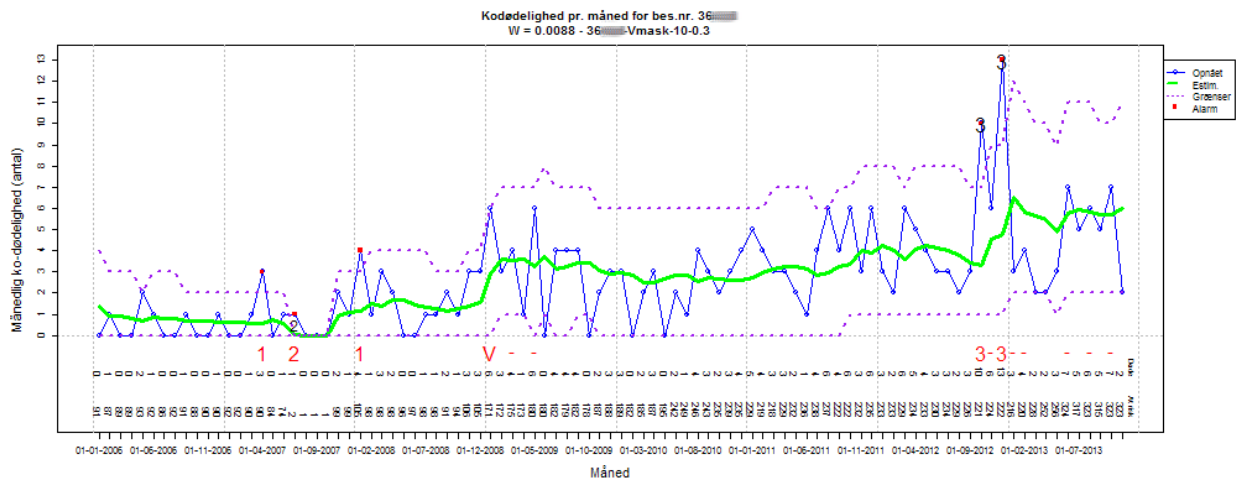
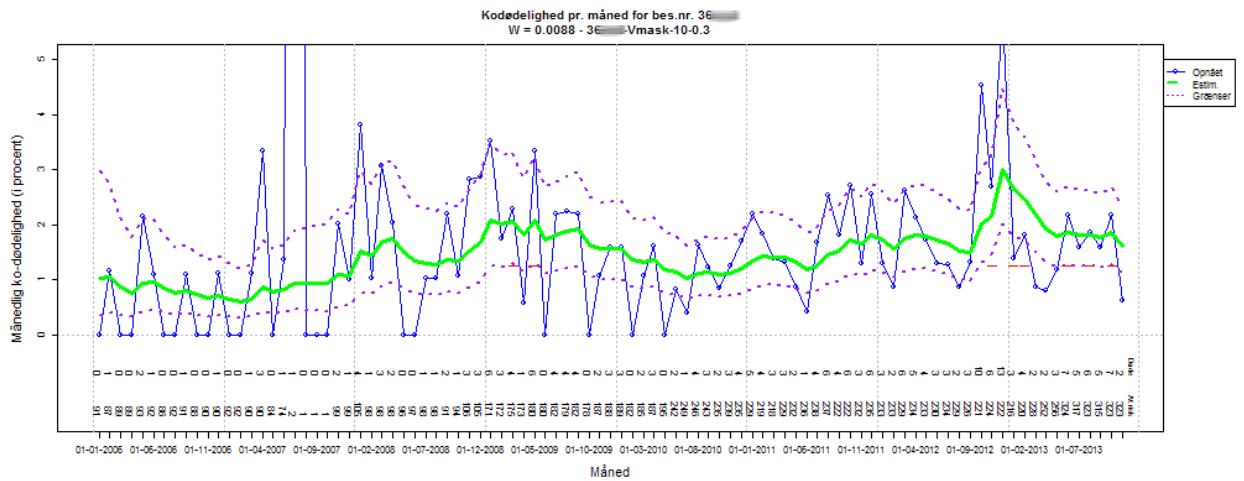
Alarmtype	Graduering	Gennemsnitligt antal pr. måned	Typisk interval (10%; 90% fraktil)
Alarm ift forventning	<b>3</b>	10	5 – 15
Alarm ift forventning	<b>2+3</b>	42	30 – 58
Alarm ift forventning	<b>1+2+3</b>	82	60 – 107
V-maske alarm	(10; 0.3)	36	23 – 50
Meget højt niveau	1.25 (15% pr. år)	13	8 – 19

### **Forbedringspunkter**

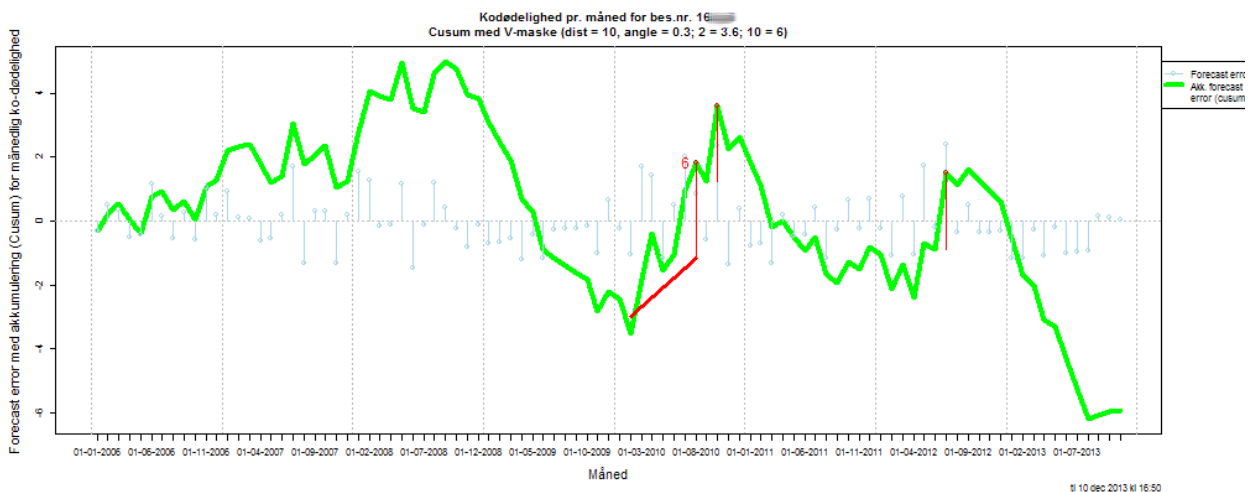
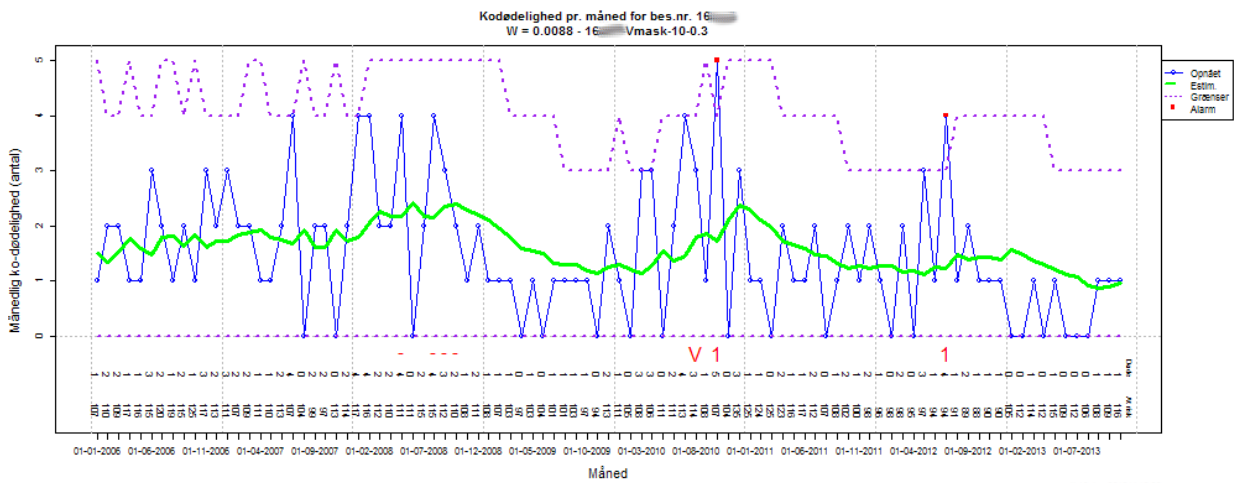
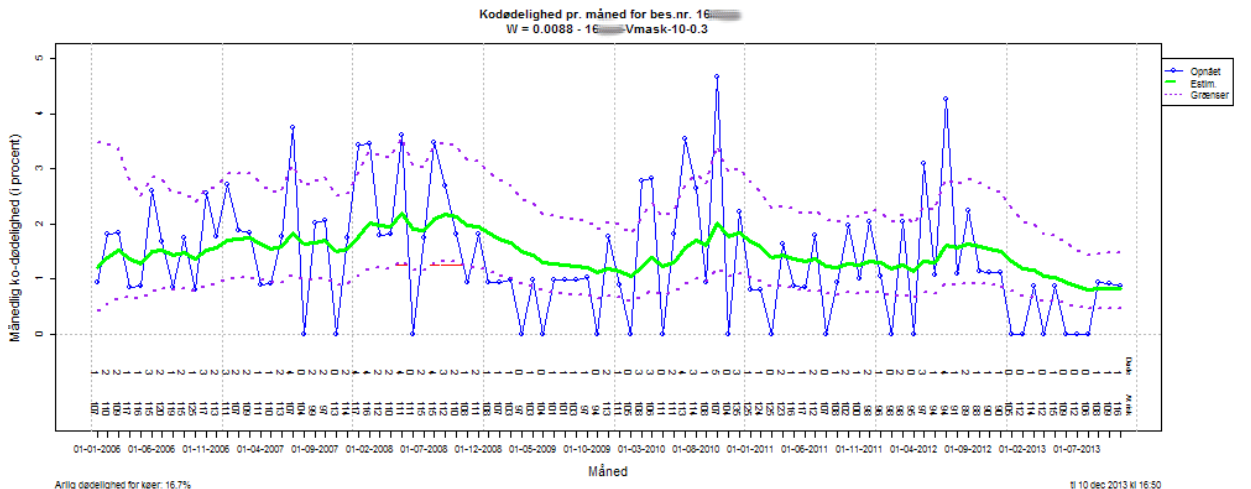
- Gennemsnitligt antal køer i måneden i stedet for antal køer ved månedens begyndelse.
- Hvad hvis antal døde overstiger antal køer? Især problem i mindre besætninger, og måske i underbesætninger.
- Valg af signifikans niveau på månedlig dødelighedsprocent – Og for antallet – i forhold til de forskellige gradueringer af alarm.
- Sikre overensstemmelse i forståelsen af fraktiler på heltalsfordelingerne. Bruges som konfidensgrænser på antal døde. Se blandt andet notat fra OneNote
- Fastsættelse af størrelsen/formen på V-maskerne. Evt. kan der etableres flere V-masker med tilhørende forskellige alarmer.
- 
- Dette notat indeholder overvejelser omkring modellen for alarmer og metoder til beregning af disse. Men der skal også overvejes hvor alarmer implementeres IT-mæssigt: f.eks. hvor tit skal de opdateres? hvordan skal du kunne ses? af hvem?
- 
- Dette overvågningsprincip, som her er beskrevet for køer, kunne forholdsvis let også implementeres for andre dyregrupper, f.eks. kvier over ½ år, kalve (tyre / kvier) under ½ år og lign. Dog vil der skulle estimeres en systemvarians,  $W$ , for hver af disse grupper. Og håndtering af forskellige alarmer ville nok også være forskellig. I første omgang kunne man vælge blot at behandle hver dyregruppe for sig, men det ser ud som om der findes metoder til at behandle de forskellige dyregrupper samlet, og at man derfor - måske – ville kunne få et bedre redskab til at påpege uregelmæssigheder.
- En anden udvidelse kunne også være at tælle andre hændelser pr. dyr inden for hver måned eller en anden tidsperiode. Matematisk-statistisk set ville det blive meget det samme, men i så fald vil ser selvfølgelig skulle lægges en tolkning og håndtering på af disse alarmer.
- Og mere...

### **Eksempler på besætningers dødelighed og deres grafer**

Nedenfor ses et af de få eksempler, hvor en besætning gennem årenes løb har fået alle slags alarmer.



På denne side ses et af de eksempler, hvor en besætning fra et i forvejen ganske højt niveau kravler op over grænsen for meget højt niveau, uden at der er foregående alarmer. Nogle år senere kommer der så både en V-maske alarm og en grad-1-alarm ift. forventning.



## Alarmer i oktober 2013

På Kvægs S-drev:

[\\DS\\_Kvaeg\Kvaeg\2-14-KvaegIT\1-Medarbejdermapper\JN\KodødAlarm\Oktober2013](#) ses graferne for 129 besætninger. Det er de besætninger, som har alarmer i oktober 2013. Kun data frem til og med oktober 2013 er vist graferne. De disse grafer vil således svare til grafer, som kunne komme frem ved behandling af "månedens alarmer".

Alarmerne fordeler sig på følgende typer:

Alarmtype	Graduering	Graduering
Alarm ift forventning	<b>3</b>	15
Alarm ift forventning	<b>2</b>	31
Alarm ift forventning	<b>1</b>	40
V-maske alarm	(10; 0.3)	32
Meget højt niveau	1.25 (15% pr. år)	11
<b>I alt</b>		<b>129</b>

Bemærk, at meget små besætninger – typisk underbesætninger med bes-nr. < 10.000 eller over 900.000 – kan have særdeles løjerlige grafer. Hvis antallet af køer kun er mellem 0 og 5 køer, og næsten alle dør. Dette fænomen kan skyldes, at jeg retter data til, at selv om, der f.eks. har stået optalt 0 køer, men der er angivet at 2 er døde, ja, så sætter jeg antal køer til 2. Men det er måske ikke optimalt. Dette har jeg noteret under afsnittet "forbedringspunkter".